



LANTBRUKSHÖGSKOLAN
UPPSALA

Mikroaggregatanalysen som testmetod vid strukturkalkning

Gösta Berglund

INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP

AVDELNINGEN FÖR LANTBRUKETS HYDROTEKNIK

STENCILTRYCK NR 102

UPPSALA 1977

ISBN 91-7088-673-3



LANTBRUKSHÖGSKOLAN
UPPSALA

Mikroaggregatanalysen som testmetod vid strukturkalkning

Gösta Berglund

INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP

AVDELNINGEN FÖR LANTBRUKETS HYDROTEKNIK

STENCILTRYCK NR 102

UPPSALA 1977

ISBN 91-7088-673-3

MIKROAGGREGATANALYSEN SOM TESTMETOD
VID STRUKTURKALKNING

av

Gösta Berglund

LANTBRUKSHÖGSKOLAN
Institutionen för markvetenskap
Avdelningen för lantbrukets hydroteknik

STENCILTRYCK nr 102

UPPSALA 1977

| INNEHÅLLSFÖRTECKNING | <u>sid.</u> |
|---|-------------|
| Inledning | 2 |
| Allmänt om fältförsöken | 2 |
| Försökens geografiska fördelning | 2 |
| Försökens utformning | 2 |
| Jordart | 2 |
| pH-värde | 3 |
| Basutbyteskapacitet och basmättnad | 3 |
| Metoder för bestämning av strukturegenskaper | 3 |
| Mikroaggregatanalys | 4 |
| Proktorbärighet | 4 |
| Brotthållfasthet | 4 |
| Dragmotståndsmätning | 5 |
| Strukturtestet | 5 |
| Analysförfarande vid strukturtestet | 5 |
| Kontroll av strukturtestet | 6 |
| Schematisk beskrivning av arbetsgången i undersökningen | 7 |
| Beskrivning av enskilda försöksplatser och resultat från undersökningar på laboratorium och i fältförsök. | 11 |
| 1. Brunna | 12 |
| 2. Ultuna | 21 |
| 3. Åbyhammar | 28 |
| 4. Stockåker | 37 |
| 5. Espesäter | 45 |
| 6. Ingarud | 53 |
| 7. Häradshammar | 61 |
| 8. Russelbacka | 69 |
| 9. Lassagård | 77 |
| 10. Västraby | 85 |
| 11. Jordberga | 93 |
| 12. Råbelöv | 101 |
| Värdering av undersökningsresultatet | 106 |
| Diskussion | 110 |
| Behovet av mätmetoder | 110 |
| Mikroaggregatanalysen som strukturtest | 110 |
| Sammanfattning | 113 |
| Litteratur | |

INLEDNING

I slutet av 60-talet genomförde försöksavdelningen för hydroteknik vid Lantbrukshögskolan laboratorieundersökningar beträffande kalkens struktureffekter på några olika typer av jordar (Berglund 1971). Samtidigt pågick ett antal fältförsök, där den osläckta kalkens effekt i givor från 0-40 ton CaO/ha prövades. Dessa fältförsök pågår ännu. I samarbete mellan försöksavdelningarna för hydroteknik och för växtnäringslära startades 1972 ett projekt benämnt "P 31 S Kalk som strukturförbättringsmedel". Den förstnämnda försöksavdelningen studerar de markfysikaliska frågorna, medan den senare svarar för den markkemiska delen samt avkastningsbestämningarna. I arbetet ingår uppgiften att söka metoder för bestämning av struktureffekter. Målsättningen är därvid att finna en laboratoriemetod, som kan användas för att förutsäga hur kalkning påverkar jordstrukturen i fält. I undersökningen studeras också effekten av olika kalkningsmedel.

ALLMÄNT OM FÄLTFÖRSÖKEN

Fältförsökens geografiska fördelning. Försöksplatserna läge anges bl.a. med två koordinater som hänför sig till Rikets nätsystem 2,5°W Stockholm. Rikets nät finns angivet på den Topografiska kartan över Sverige med svarta koordinatvärden i kartramen. De för försöksplatserna upptagna koordinatvärdena anger mitten av skördeområdet med en högsta avvikelse av 50 m.

Försökens utformning. I projektet ingår ett tiotal fältförsök utlagda på lerjordar i mellersta och södra Sverige (Figur I). Osläckt kalk och kalkstensmjöl i olika givor i kombination med mangan och kväve prövas enligt en standardplan (Figur II). Kalkgivorna i respektive försöksled är 0, 4, 16 och 40 ton per hektar räknat som ren CaO. Eftersom handelsvaran av osläckt kalk kan beräknas innehålla ca 80 % ren CaO, innebär detta, att den utlagda mängden av handelsvaran uppgår till respektive 5, 20 och 50 ton/ha. Givan för kalkstensmjöl är ca 80 ton/ha i de försöksled där den största kalkgivan - 40 ton CaO/ha - förekommer. All kalciumoxid är i detta fall kolsyrabunden.

Jordarten har bestämts genom slamningsanalys. Därvid har mullhalten erhållits ur glödningsförlusten efter korrektion för vattenbortgång enligt Ekström (1927).

En översikt över jordartsförhållandena på de olika försöksplatserna ges i tabell I. Siffrorna efter namnet på försöksplatserna redovisar resultatet

av den mekaniska jordartsanalys, som utfördes på jordprov uttagna i samband med utläggningen av försöken. Exempel:

Ingarud matjord 4:5-24-28-39
 alv 4-28-26-42

Siffrorna anger jordens mekaniska sammansättning i viktsprocent. Siffran före kolon står för mullhalten. Sen följer i ordning halten sand, mo, mjäla och ler. Matjorden innehåller alltså 4 % mull, 5 % sand, 24 % mo, 28 % mjäla och 39 % ler. Den får betecknas som en måttligt mullhaltig styv mellanlera. Den undre raden anger alvens sammansättning. Där saknas siffran för mullhalt och siffrorna anger därför i ordning procenttalen för sand, mo, mjäla och ler. Eftersom lerhalten är mellan 40 och 60 %, får alven betecknas som en styv lera.

Sedan försöken utlagts, har hela markprofilen ned till en meters djup analyserats med markfysikaliska metoder. I redogörelsen för de enskilda försöksplatserna redovisas markens mekaniska sammansättning decimeter för decimeter ned till en meters djup i diagramform. Exempel: 1. Brunna, Fig. 1:2.

pH-värdet är mätt i vattenuppslamning. Prov för denna analys har tagits från fältförsöken både före utläggningen av försöken och ett år senare.

Basutbyteskapacitet och basmättnad (T- och S-värden) har bestämts med koboltmetoden. Den bygger på det förhållandet att absorptionen av koboltjoner är direkt proportionell mot mängden bundna baser (Johansson 1961). Basutbyteskapaciteten (T-värdet) och basmättnaden (S-värdet) anges i milliekvivalenter (me) per 100 gram jord. Basmättnadsgraden (V-värdet) är ett mått på S-värdet uttryckt i procent av T-värdet.

METODER FÖR BESTÄMNING AV STRUKTUREGENSKAPER

En beskrivning av leraggregatens storlek och stabilitet göres med hjälp av mikroaggregatanalysen. Markegenskaper såsom brotthållfasthet i torrt tillstånd, markbärighet, dragmotstånd, vattengenomsläpplighet, "smetighet" etc. är funktioner av aggregeringen. Några av dessa egenskaper studeras i undersökningen. Nedan följer en redogörelse för de metoder som använts.

Mikroaggregatanalysen kan sägas vara en förenklad form av mekanisk analys (Andersson 1955). Den innebär, att ett jordprov skakas i rent vatten en viss tid. I detta fall skakas 20 gram jord uppslammad i en liter vatten under två timmar. Därefter delar man genom våtsiktning upp jordprovet i olika fraktioner med avseende på aggregatens storlek. I detta fall väljer man fem fraktioner med korndiameter < 0.06 mm, $0.06 - 0.2$ mm, $0.2 - 0.6$ mm, $0.6 - 2.0$ mm och > 2.0 mm. Mängderna anges i viktsprocent av provet. Ur dessa värden kan sedan en vägd medelkorndiameter beräknas enligt formeln

$$d_h = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^m n_i \cdot d_i \quad \text{där}$$

d_h = det vägda harmoniska medelvärdet

n_i = mängden partiklar i den i :te fraktionen uttryckt i viktsprocent

d_i = medelkorndiametern i den i :te fraktionen

m = antal fraktioner

Mikroaggregatanalysen är en relativt enkel metod och den uppvisar god reproducerbarhet.

Proktorbärigheten anger erforderlig kraft för att trycka en cirkulär stålplatta 10 cm ned i jorden. Tryckplattan har en yta av 2 cm^2 . Mätningarna utförs ifrån försöksplatserna hemtagen jord, som på laboratoriet blandats med kalk. Proverna får stå i öppna förvaringskärl utomhus under tio månader. Vanligtvis göres denna typ av mätning på fuktig jord, men i detta fall ställs proverna under skärmtak två månader före mätningen för att torka ut helt. Mätningarna utföres sedan direkt i kärlen. Under dessa förhållanden gäller, att ju bättre struktur jorden har desto lösare ligger den i kärlen och desto lägre är proktometervärdet. Kraften anges i kN (kilonewton).

Brotthållfastheten i torrt tillstånd kan sägas vara ett mått på jordens brukbarhet, när den är uttorkad. Efter bestämning av proktorbärigheten används samma kalk-jordblandning för brotthållfasthetsmätning. Före denna analys vattenmättas, ältas och pressas jorden till cirkulära provproppar som sedan torkas vid 105°C . Provproppen ställs på kant mellan tryckplattorna i en hållfasthetspress. Vid mätningen pressar tryckplattorna samman provet med en låg konstant hastighet. Belastningen ökar då tills provet brister. Brotthållfastheten registreras av en skrivare. Värdena divideras med brottytan och anges i kPa ($98,1 \text{ kPa}$ motsvaras av 1 kp/cm^2).

Dragmotståndsmätning. Vid denna undersökning dras en bill fram i marken med en hastighet av 0,56 m/s (2,0 km/tim). Jordmotståndet mot billen uppmättes med hjälp av en dynamometer och resultatet överförs i en skrivare direkt på en pappersremsa. Billens djupgående kan regleras från 0-25 centimeter. I de flesta fall körs den på 15 cm:s djup. Det uppmätta dragmotståndet anges i kN (kilonewton).

Som regel varierar jordmotståndet omvänt mot markfuktigheten - lägre vattenhalt medför större jordmotstånd. Detta samband blir tydligare med ökande lerhalt i jorden. På de lättaste jordarna är skillnaderna mellan dragmotståndet vid låg och hög vattenhalt obetydliga, medan man på de styva lerjordarna kan registrera mycket stora skillnader.

Dragmotståndet i marken varierar även med jordens strukturtillstånd. En jord med god struktur är grynig och i uttorkat tillstånd lättbrukad, d.v.s. bjuder föga motstånd, när ett bearbetningsredskap dras fram i den. En jord med dålig struktur är homogen, tät och kompakt. I vått tillstånd är den seg och i uttorkat tillstånd kan den bli mycket hård. Det är dessa variationer i strukturtillstånd, som vi med hjälp av dragmotståndsmätningarna söker mäta i fältförsöken. På grund av varierande jordart och vattenhalt är mätningarna således inte jämförbara mellan olika tider och platser. Däremot kan man ur diagrammen utläsa kalkens effekt på varje provplats vid varje enskilt tillfälle.

STRUKTURTESTET

De strukturförändringar, som uppkommer genom kalkning, ger sig tillkänna som en ändring av mikroaggregatens storlek och stabilitet. Mikroaggregatanalysen ger oss möjlighet att göra en jämförelse mellan mikroaggregatens medelkorndiameter i behandlad och obehandlad jord. Det tillvägagångssätt, som beskrivs nedan, kallar vi strukturtestet. Testet skall visa, om jorden strukturmässigt reagerar för tillsats av kalk och även hur starkt den reagerar. Avsikten är, att man med ledning av testet skall kunna ge råd beträffande kalkning för strukturändamål.

Analysförfarande vid strukturtestet. Denna undersökning utföres på följande sätt, när man vill undersöka struktureffekterna av osläckt kalk:

1. Fuktig jord tas in på laboratoriet och får torka så mycket, att den reder sig väl. Jorden smulas sönder med händerna. Den delas upp i fem kärl med ett kg jord i varje.

2. Osläckt kalk tillsättes i mängder motsvarande en fältgiva på 0, 4, 16, 40 och 135 ton ren CaO per hektar. Om den fuktiga jordens volymvikt beräknas till 1,6 och matjordsdjupet till 20 cm kommer 4 ton CaO /ha att motsvara 1,3 gram CaO /kg fuktig jord. Motsvarande mängd CaO för övriga givor är 5,2, 13 och 44 gram.

3. Kalcken och jorden blandas väl och proven förvaras i rumstemperatur i täta kärl med lock under en vecka.

4. Efter denna tid utföres mikroaggregatanalysen. Metoden beskrivs på sidan 4.

5. Medelkorndiametern för var och en av de med kalk behandlade jordproven jämförs med medelkorndiametern för det obehandlade provet. Om jorden strukturmässigt reagerar för kalken skall medelkorndiametern ha ökat.

Detta förfarande med obehandlat prov och fyra olika kalkgivor är lämpligt, när man vill testa, hur en jord reagerar strukturmässigt för osläckt kalk. Vill man testa effekten av ett annat kalkslag, exempelvis slamkalk från sockerbruken, tillsätter man motsvarande givor av detta kalkslag räknat som ren CaO . Utöver obehandlat led bör man ta med ett prov med osläckt kalk motsvarande 40 ton CaO /ha för att rätt kunna värdera det provade kalkningsmedlet. Om detta reagerar långsamt bör man göra ytterligare analyser efter betydligt längre tid. Som exempel kan nämnas, att i denna undersökning har kalkstensmjölet fått verka i ett år före mikroaggregatanalysen.

Kontroll av strukturtestet. För att få en kontroll av om strukturtestets resultat även motsvaras av andra påtagliga och mätbara förändringar av strukturen i den laboratorieblandade jorden och i fältförsökens olika led, har följande mätningar utförts:

1. Proktorbärighet på laboratorieblandad jord i torrt tillstånd.
2. Brotthållfasthet i pressade och torkade jordproppar av laboratorieblandad jord
3. Mikroaggregatanalys av jord från fältförsökens olika kalkled ett år efter utläggningen.
4. Dragmotståndsmätningar i fältförsökens olika kalkled.

Strukturtestet har jämförts med resultaten från dessa mätningar för utvärdering av överensstämmelsen. Metoderna är sådana, att spridningen är större i kontrollmätningarna än i själva testet.

SCHEMATISK BESKRIVNING AV ARBETSGÅNGEN I UNDERSÖKNINGEN

- A. Strukturtestet. Blandning på laboratoriet av osläckt kalk respektive kalkstensmjöl med fuktig matjord från försöksplatserna. Mätning av proktorbärighet och brotthållfasthet kräver större provmängder, varför dessa har valts till 10 kg per försöksled. På det sättet har alla analyser kunnat utföras på samma kalk-jordblandningar.
- A 1. Förvaring av jordproverna i rumstemperatur under en vecka.
 - A 2. Mikroaggregatanalys och beräkning av medelkorndiametern för obehandlade prover och för prover behandlade med osläckt kalk.
 - A 3. Förvaring av jordproverna utomhus i tio månader under inverkan av väder och vind. Materialet påverkas på så sätt av bl.a. tjälning.
 - A 4. Därefter förvaring under skärmtak två månader för upptorkning.
 - A 5. Mikroaggregatanalys på nytt och beräkning av medelkorndiametern för alla i försöket ingående försöksled.
- B. Den under A använda, ett år förvarade jordblandningen utnyttjas.
- B 1. Bestämning av proktorbärigheten på torra prov.
 - B 2. Bestämning av brotthållfastheten på ältade, pressade och därefter torkade prov.
- C. Undersökning av fältförsökens olika kalkled
- C 1. Mikroaggregatanalys och beräkning av medelkorndiameter för jordprover uttagna i fältförsökens olika kalkled ca 1 år efter försökens utläggning.
 - C 2. Dragmotståndsmätningar i fältförsökens olika kalkled minst ett år efter försökens utläggning.
- D. Utvärdering
- Strukturtestet under A jämföres i resultatredovisningen med bestämningarna under B och C.

Fig. 1. PROVPLATSERNAS FÖRDELNING ÖVER LANDET

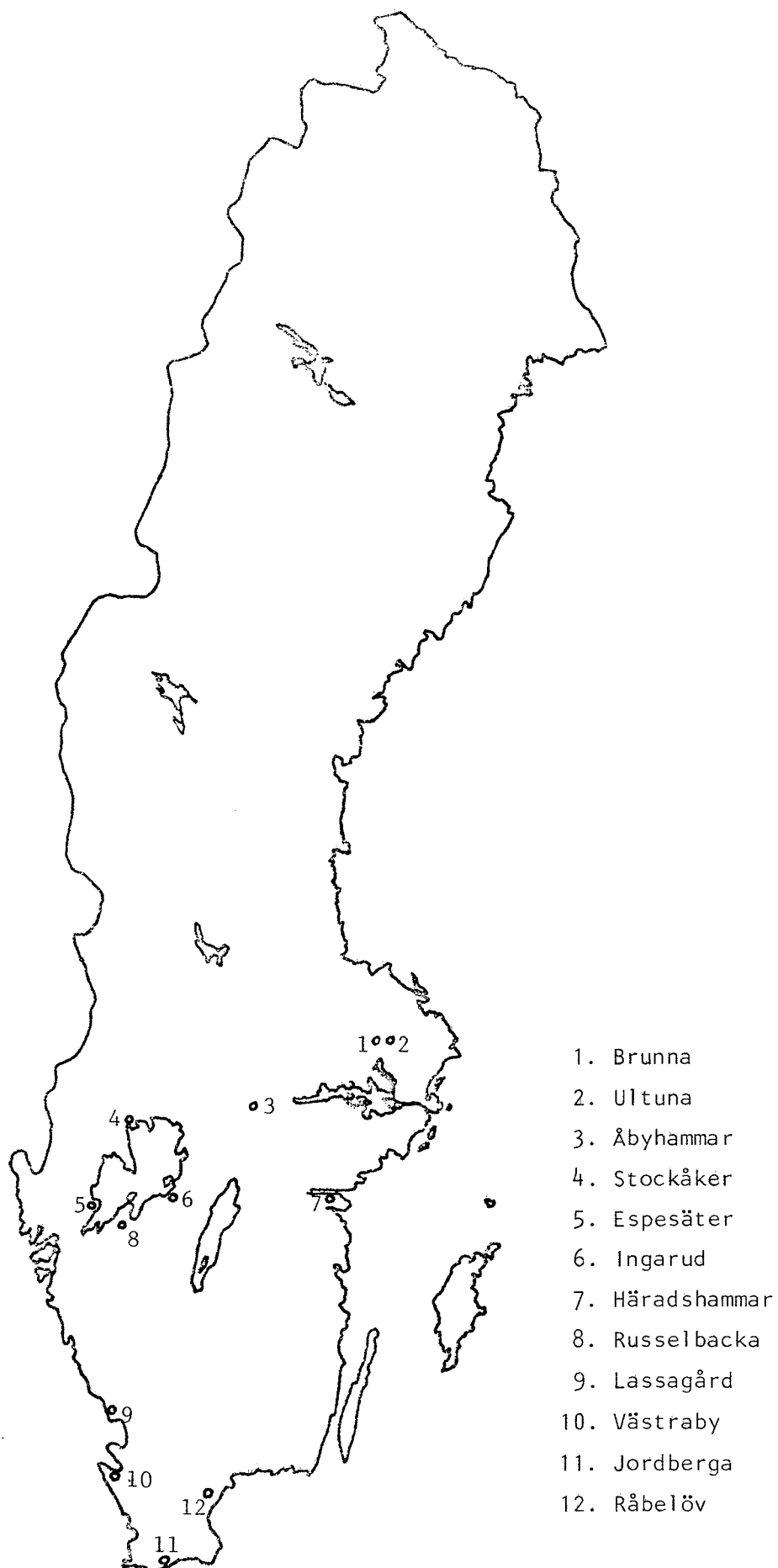
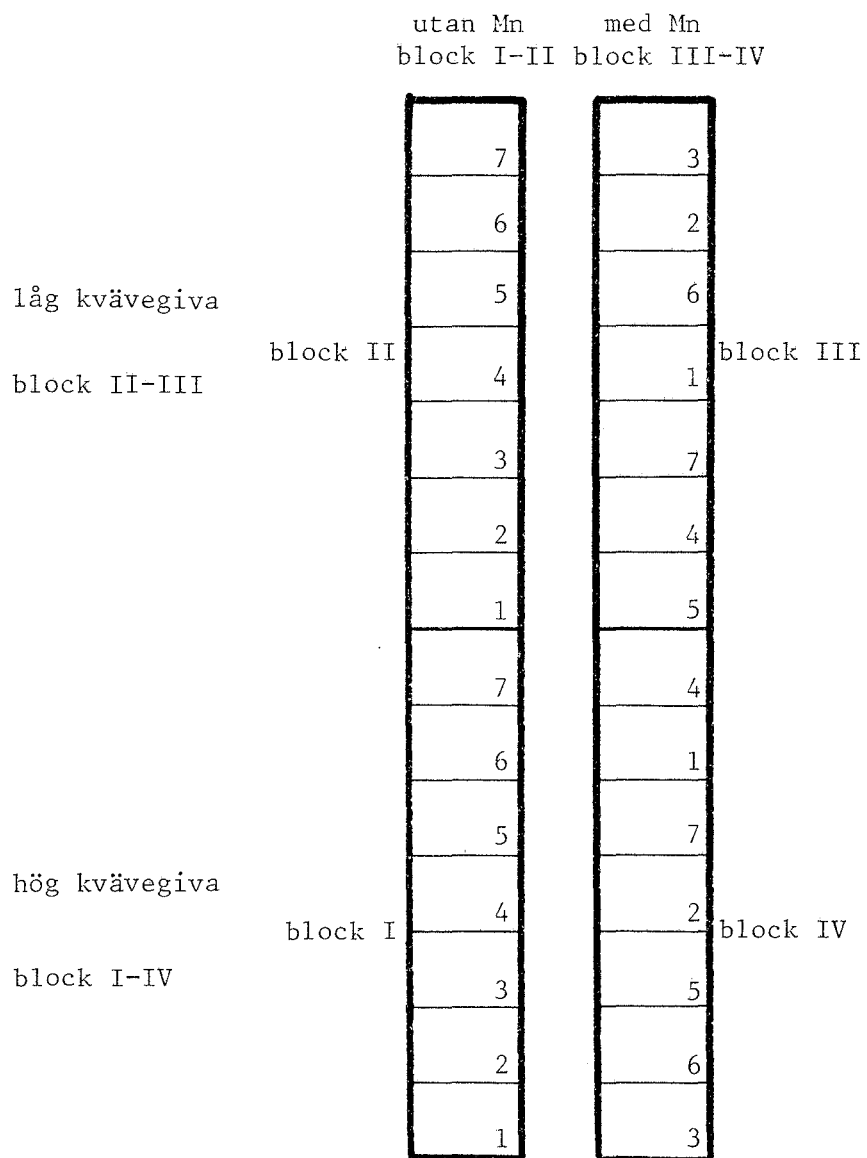


Fig. 11. STANDARDPLAN



| Kalknivå | Ton CaO/ha | Kalkslag | Parcellernas fördelning inom blocken och likaså blockens inbördes placering kan variera. Någon gång kan blocken omfatta nio parceller. |
|----------|------------|---------------|--|
| 1 | 0 | | |
| 2 | 4 | kalkstensmjöl | |
| 3 | 16 | " | |
| 4 | 40 | " | |
| 5 | 4 | osläckt kalk | |
| 6 | 16 | " | |
| 7 | 40 | " | |

Tabell 1.

| <u>Provplats</u> | <u>Län</u> | <u>Mek. sammansättning</u> | <u>Sid.</u> |
|--------------------------|------------|--|-------------|
| 1. Brunna | C | matjord 2: 2-18-28-50 alv 1-11-21-67 | 12 |
| 2. Ultuna | C | matjord 3: 1-14-30-52 alv 1-18-31-50 | 21 |
| 3. Åbyhammar | T | matjord 3: 3-14-35-45 alv 1- 9-26-64 | 28 |
| 4. Stockåker | S | matjord 3: 8-18-37-34 alv 2-20-40-38 | 37 |
| 5. Espesäter | P | matjord 2: 4-19-36-39 alv 1-10-32-57 | 45 |
| 6. Ingarud | R | matjord 4: 5-24-28-39 alv 4-28-26-42 | 53 |
| 7. Häradshammar | E | matjord 4: 2- 8-19-67 alv 1- 6-18-75 | 61 |
| 8. Russelbacka | R | matjord 1: 5-19-29-46 alv 1- 9-26-64 | 69 |
| 9. Lassagård | N | matjord 7: 7-19-21-46 alv 4-15-22-59 | 77 |
| 10. Västraby | M | matjord 3: 33-20-12-32 alv 8- 9-26-57 | 85 |
| 11. Jordberga | M | matjord 2: 23-39-15-21 alv 2-35-30-33 | 93 |
| 12. Råbelöv ⁺ | L | matjord 5: 5-15-25-50 alv 2-13-14-71 | 101 |

⁺fältförsök har ej genomförts

BESKRIVNING AV ENSKILDA FÖRSÖKSPLATSER OCH RESULTAT FRÅN UNDERSÖKNINGAR PÅ LABORATORIUM OCH I FÄLTFÖRSÖK

Här följer en redovisning av analyser och mätningar på de tolv försöksjordar, som ingår i undersökningen. Resultaten visas huvudsakligen i diagramform med kommentarer. Figurnumret består av två siffror. Före kolon anges försöksplatsens ordningsnummer. Efter kolon följer en siffra som ansluter till nedanstående schema.

Disposition för redovisning av enskilda försöksplatser:

Försöksfältet

Geografiskt läge

Försöksplan (Fig. :1)

Markförhållanden

Fysikaliska data (Fig. :2)

Kemiska data (Fig. :3 och tabell :1)

Strukturtest (Fig. :4)

Kontroll av strukturtestets resultat

Proktorbärighet på laboratorieblandad jord (Fig. :5)

Brotthållfasthet " " " (Fig. :6)

Mikroaggregatanalys på prov från fältförsöket (Fig. :7)

Dragmotstånd mätt i fältförsöket (Fig. :8)

Sammanfattning

1. BRUNNA GÅRD, VÄNGE S:N, UPPSALA LÄN

Försöksfältet är beläget 11 km V om Uppsala och 1 km SÖ om Vänge kyrka.

Lägeskoordinater: 6637700/1591700. Försöket är anlagt i juni 1972. Utformningen framgår närmare av fig. 1:1.

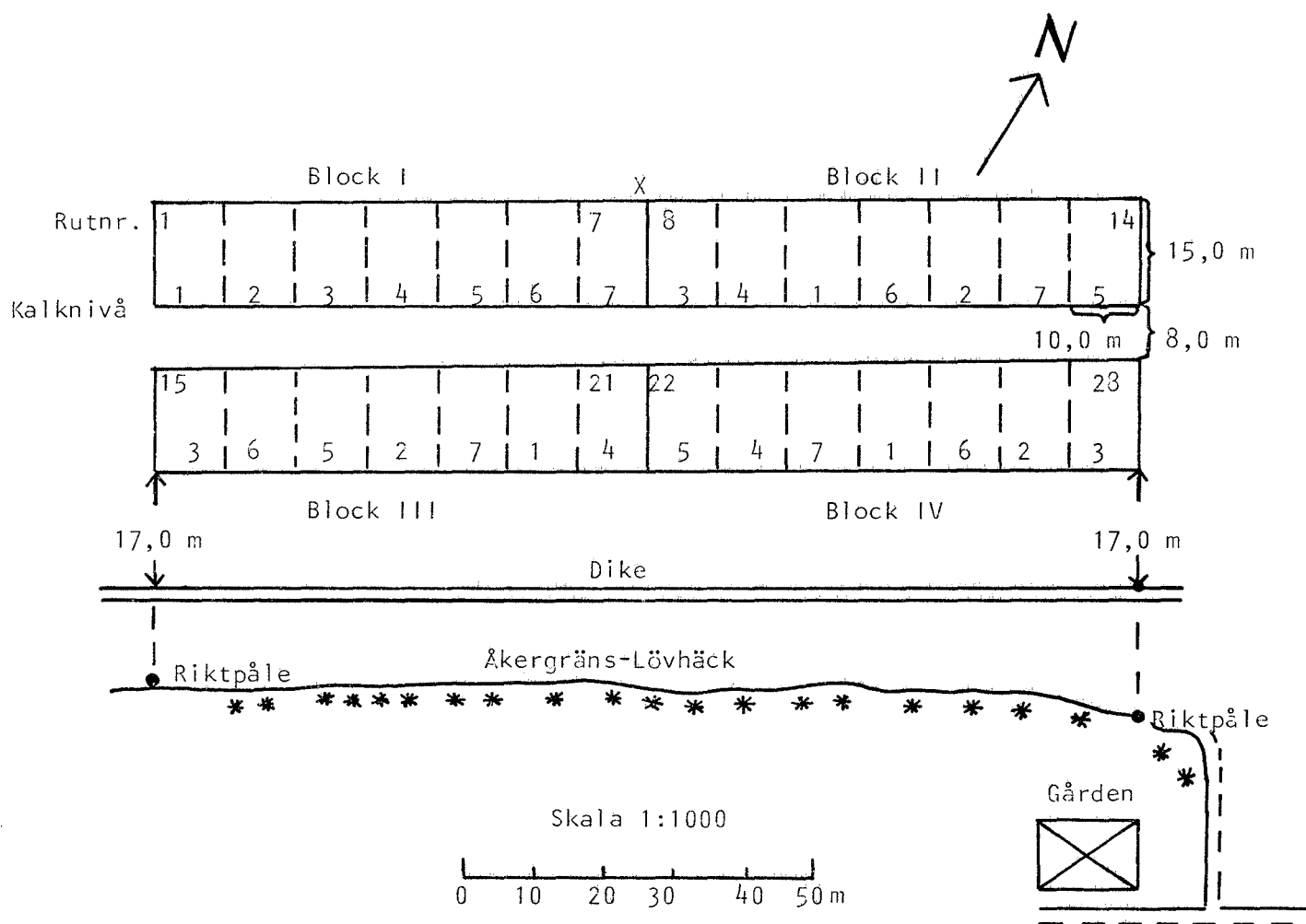


Fig. 1:1. Plan över kalk-markstrukturförsök vid Brunna.

Mangan och kväve:

- I. Utan mangan, låg N-giva
- II. " " hög " "

- III. Med mangan, låg N-giva
- IV. " " hög N-giva

Kalkstensmjöl:

1. Utan kalk
2. 4 ton CaO/ha
3. 16 " " "
4. 40 " " "

Osläckt kalk:

5. 4 ton CaO/ha
6. 16 " " "
7. 40 " " "

X markerar platsen för markprofil uttagen hösten 1974.

Markförhållanden

Matjorden utgöres av något mullhaltig styvare mellanlera och alven av styv lera (fig. 1:2). För den obehandlade matjorden gäller, att pH-värdet är 6,7, basutbyteskapaciteten 21 milliekvivalenter per 100 g jord och basmättnadsgraden 62 % (fig. 1:3). Tabell 1:1 visar pH-värdena i de olika leden i fältförsöket ett år efter utläggningen,

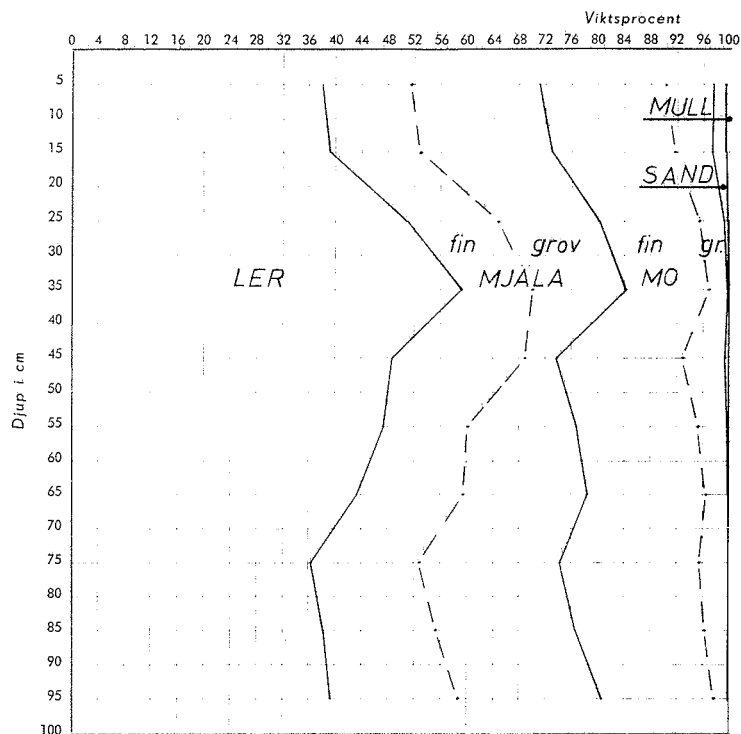


Fig. 1:2 Brunna. Kornstorlekssammansättning och mullhalt.

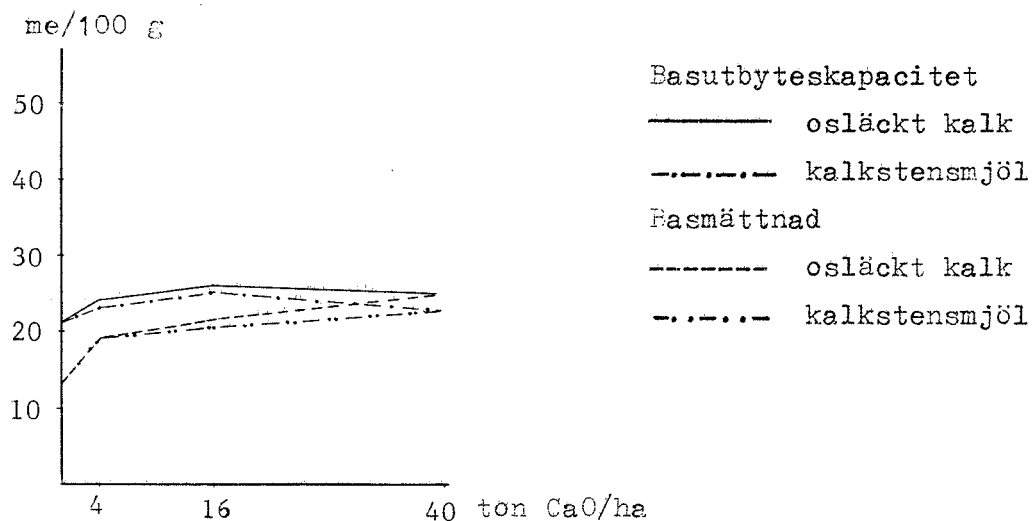


Fig. 1:3 Brunna. Basutbyteskapacitet och basmättnad som funktion av kalktillsatsen.

Tabell 1:1 Brunna. pH-värden i de olika försöksleden ett år efter utläggningen av fältförsöket.

| Kalkslag | ton CaO/ha | 0 | 4 | 16 | 40 |
|---------------|------------|-----|-----|-----|-----|
| Osläckt kalk | | 6.7 | 7.3 | 7.7 | 9.8 |
| Kalkstensmjöl | | 6.7 | 7.1 | 7.2 | 7.3 |

Strukturtest

Testet visar, att jorden reagerat starkt för den osläckta kalken. En vecka efter inblandningen är medelkorndiametern fördubblad vid den kalktillsats som motsvarar 40 ton CaO/ha.

En kontroll av aggregatstorleken ett år efter inblandningen av kalk visar, att medelkorndiametern minskat något för den osläckta kalken. I övrigt är bilden densamma som i det test, som gjordes en vecka efter inblandningen. Minskningen av medelkorndiametern hänger samman med, att vissa aggregatbindningar, som utbildas i början av processen - karbonatbryggor -, så småningom brister, varvid andelen stora aggregat minskar (Brand, 1966).

Kalkstensmjölets effekt på leraggregatens medelkorndiameter mättes först efter ett års reaktionstid. Någon effekt på aggregatstorleken kan inte påvisas.

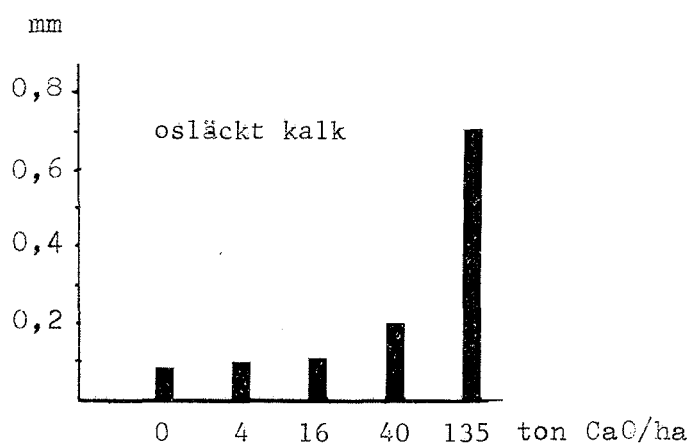


Fig. 1:4 A Brunna. Mikroaggregatens medelkorndiameter som funktion av kalktillsatsen en vecka efter inblandningen (strukturtestet). Jord-kalkblandningen utförd på laboratoriet.

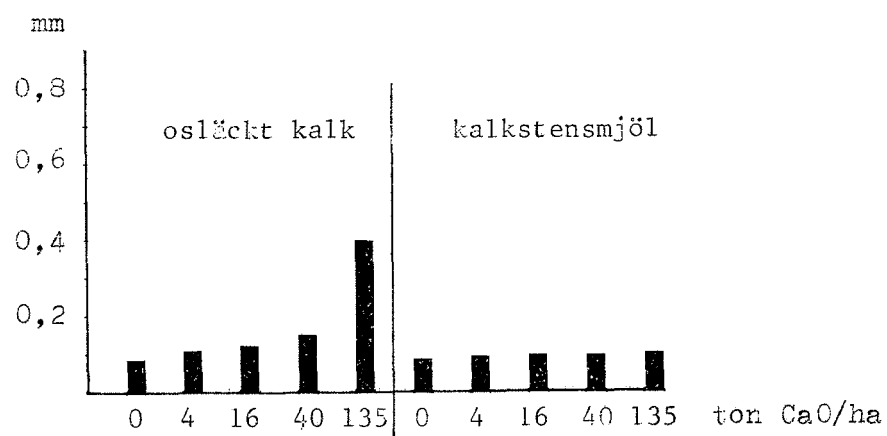


Fig. 1:4 B. Brunna. Mikroaggregatens medelkorndiameter som funktion av kalktillsatsen ett år efter inblandningen. Jord-kalkblandningen utförd på laboratoriet.

Kontroll av strukturtestets resultat

Strukturtestets resultat kontrolleras genom undersökning av strukturegenskaper hos den laboratorieblandade jorden från försöksfältet och i de olika kalkleden i fältförsöket.

Proktorbärigheten på laboratorieblandad jord i torrt tillstånd

Den osläckta kalken har kraftigt påverkat proktometervärdet. Tendensen blir tydligare vid ökad kalkgiva. Kalkstensmjölets effekt på proktorbärigheten är svår att bedöma med utgångspunkt från denna mätning. Det är inte troligt att proktometervärdet skulle sjunka till hälften vid tillsats av 4 ton CaO/ha och sedan vara oberoende av mängden kalkstensmjöl upp till 135 ton CaO/ha.

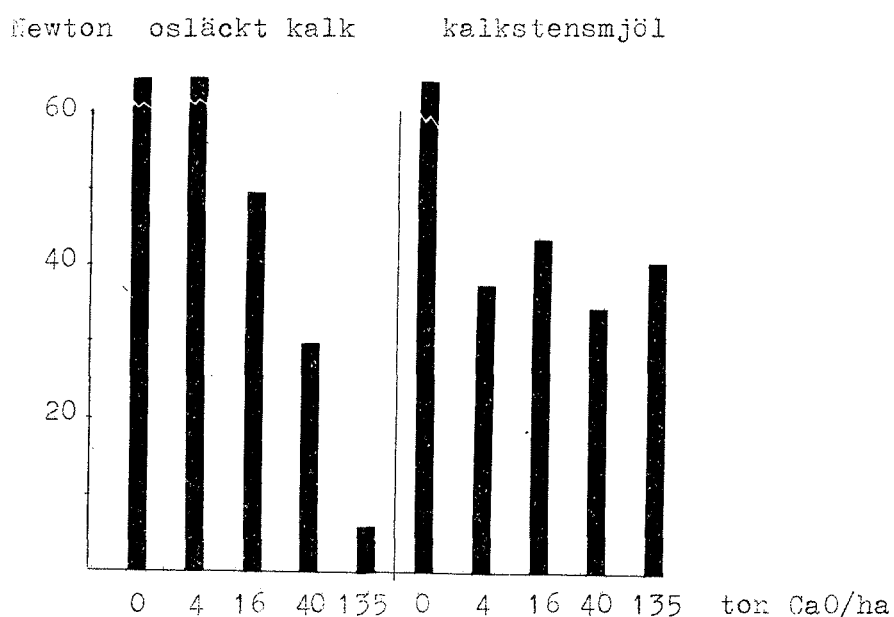


Fig. 1:5 Brunna. Proktorbärigheten som funktion av kalktillsatsen. Mätningarna är utförda på torr jord.

Brotthållfastheten på laboratorieblandad jord.

Den osläckta kalken har minskat brotthållfastheten avsevärt. Mätvärdena är ojämna, men tendensen är påtaglig. Kalkstensmjölet har haft viss effekt på brotthållfastheten. Utslaget är mindre än för den osläckta kalken, men mätvärdena är här jämna. Kalkstensmjölet gav inga utslag i strukturstestet.

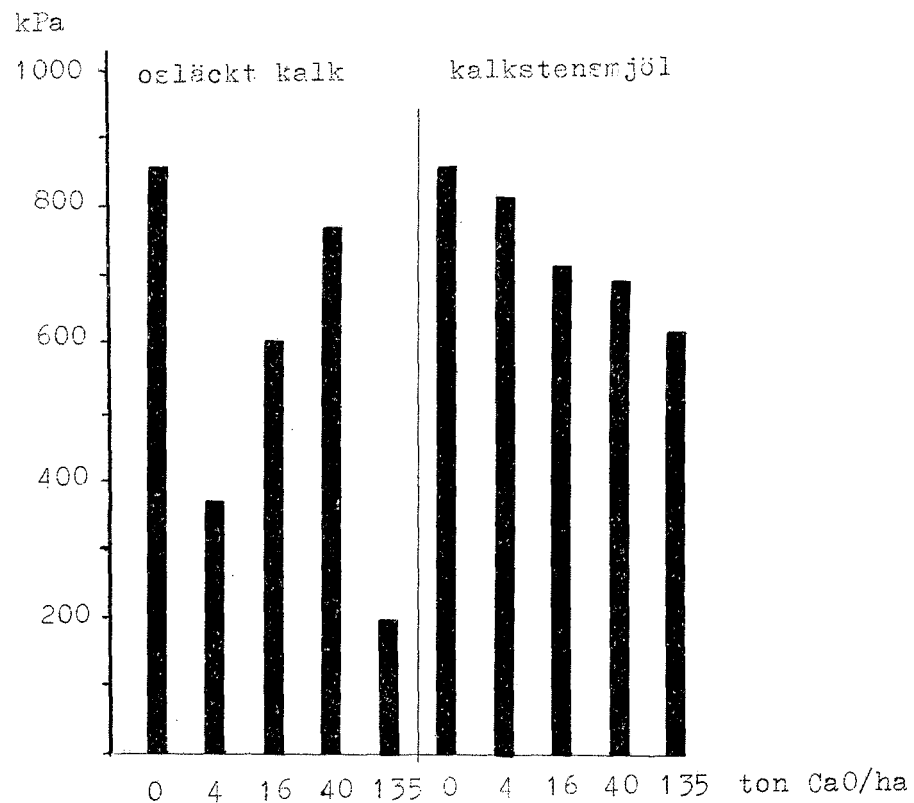


Fig. 1:6 Brunna. Brotthållfastheten som funktion av kalktillsatsen.

Mikroaggregatanalys av jord från fältförsökets olika kalkled.

Analysen har gjorts ett år efter utläggningen av försöket. Den osläckta kalken har åstadkommit en kraftig ökning av aggregatstorleken. Däremot har effekterna av kalkstensmjöl varit obetydliga. Att aggregatstorleken är större för fyra-tonsgivan än för 40-tonsgivan får anses bero på tillfälligheter.

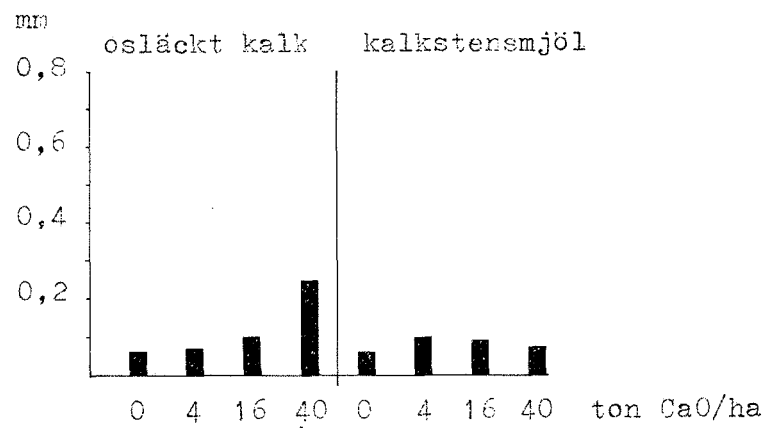


Fig. 1:7 Brunna. Mikroaggregatens medelkorndiameter som funktion av kalktillsatsen. Proven är tagna i fältförsöket ett år efter utläggningen.

Dragmotståndet i fältförsökets olika kalkled.

Mätningarna är utförda i fältförsöken direkt efter skörden. Ett år efter utläggningen av försöket (1973) ligger dragmotståndet högt i de obehandlade försöksleden, vilket beror på, att fältet var relativt torrt, när mätningarna utfördes. Den osläckta kalken har reducerat dragmotståndet till mindre än hälften i de försöksled, som fått 40 ton CaO/ha . Kalkstensmjölet har också påverkat dragmotståndet, dock i betydligt mindre grad.

När försöket legat i två år gjordes en förnyad mätning. Marken var då mindre uttorkad än året innan, varför dragmotståndet var lägre i nollrutorna. Utslaget för kalkningen är då också betydligt mindre. Som nämnts i inledningen, bör man vara försiktig med jämförelser mellan olika mättillfällen.

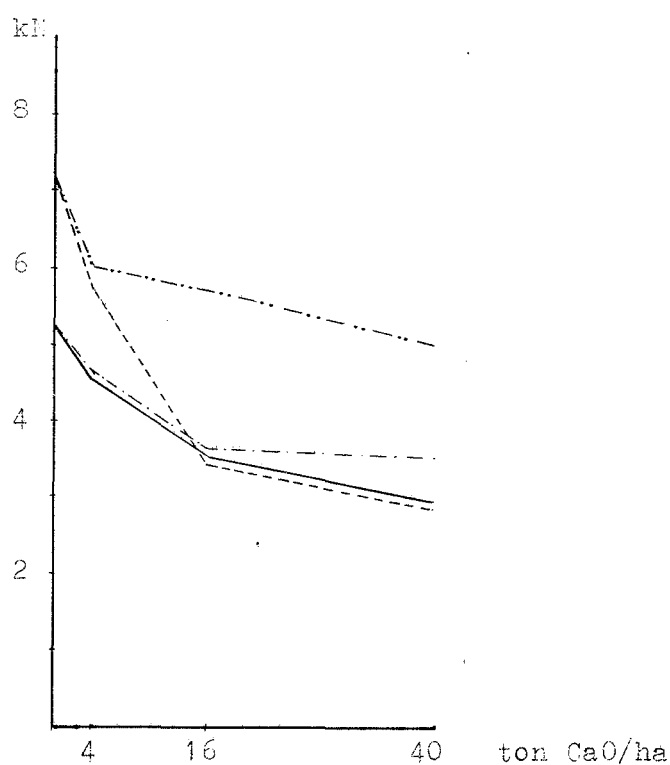


Fig. 1:8 Brunna. Dragmotståndet som funktion av kalkgivorna i fältförsöket.

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| 1973 | 1974 |
| ----- osläckt kalk | ———— osläckt kalk |
| -.-.-.-.- kalkstensmjöl | -.-.-.-.- kalkstensmjöl |

Sammanfattning

Matjorden utgöres av en något mullhaltig styvare mellanlera och alven av en styv lera. pH-värdet i matjorden var 6.7 vid försökets anläggande.

Strukturtestet (definieras i inledningen) visar, att jorden reagerar starkt för tillsats av osläckt kalk. Mätningar efter ett års reaktionstid bekräftar detta resultat. Kalkstensmjölet har inte påverkat mikroaggregaten.

En kontroll av detta resultat genom uppmätning av proktorbärighet och brotthållfasthet i laboratorieblandad jord, samt dragmotstånd och mikroaggregatstorlekar i fältförsöket visar, att reella och praktiskt påvisbara förändringar av jordens struktur återspeglas väl i strukturtestet. Detta gäller den osläckta kalken. För kalkstensmjölet tycks inga effekter kunna påvisas med mikroaggregatanalysen, varken för prover från fältförsöket eller laboratorieblandningarna. I kontrollundersökningarna kan dock vissa effekter noteras.

Markförhållanden

Matjorden utgöres av en något mullhaltig styv lera och alven av en styv lera (fig. 2:2). pH-värdet är mätt till 6.5 på matjordsprov uttaget vid försöksutläggningen. Basutbyteskapaciteten är 25 me/100 g och basmättnadsgraden 76 % mätt vid samma tillfälle (fig. 2:3). Tabell 2:1 visar pH-värden från fältförsökets olika led ett år efter utläggningen.

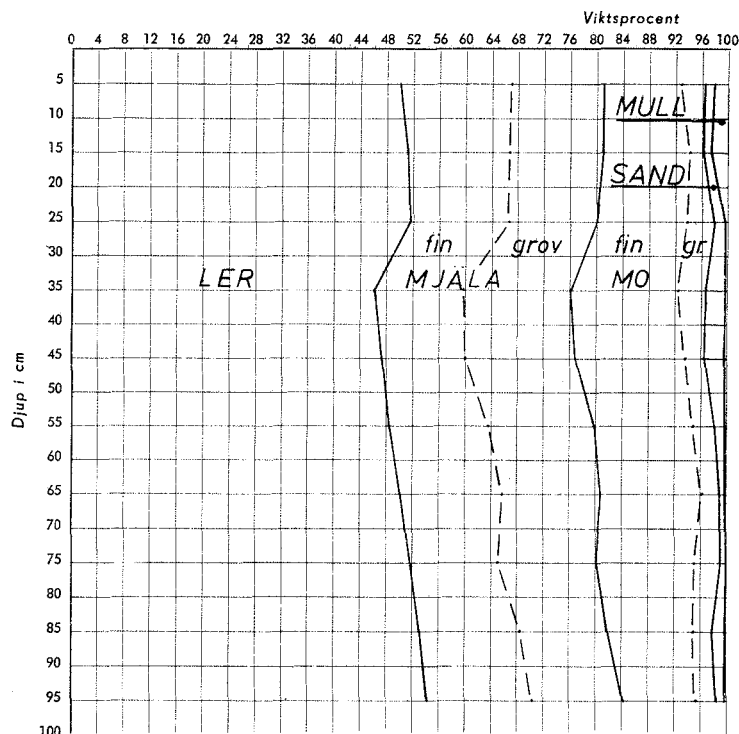


Fig. 2:2 Ultuna. Kornstorlekssammansättning och mullhalt.

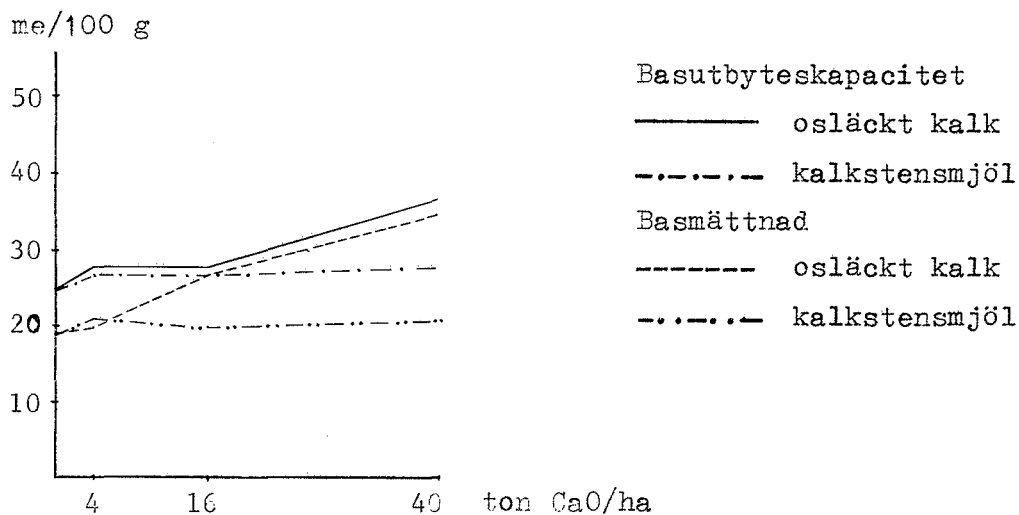


Fig. 2:3 Ultuna. Basutbyteskapacitet och basmättnad som funktion av kalktillsatsen.

Tabell 2:1 Ultuna. pH-värden i fältförsöket ett år efter utläggningen.

| Kalkslag | ton CaO/ha | 0 | 4 | 16 | 40 |
|---------------|------------|-----|-----|-----|-----|
| Osläckt kalk | | 6.5 | 6.8 | 7.3 | 7.6 |
| Kalkstensmjöl | | 6.5 | 6.9 | 7.3 | 7.4 |

Strukturtest

Den högsta tillsatsen av osläckt kalk, som ju endast förekommer i laboratorieförsöket, har givit en betydande ökning av aggregatstorlekarna. För de lägre givorna är effekterna små men entydiga. En viss återgång har skett efter ett år, men båda mätningarna pekar i samma riktning. Man kan knappast utläsa några positiva resultat av kalkstensmjölet (fig. 2:4).

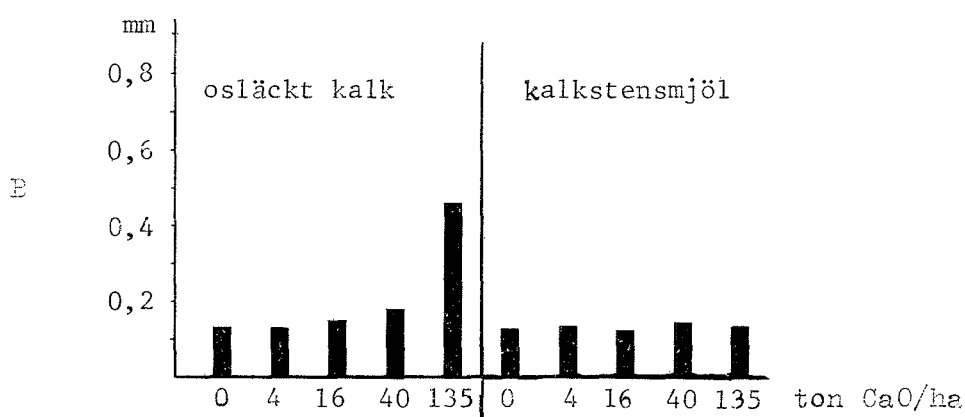
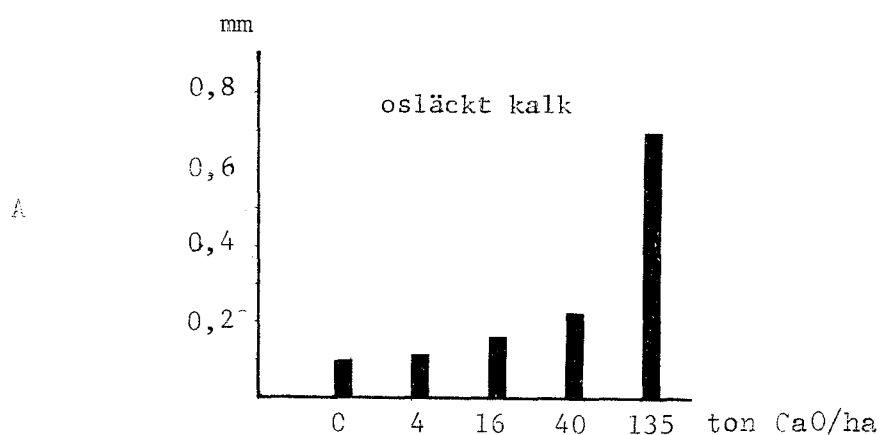


Fig. 2:4 Ultuna. Mikroaggregatens medelkorndiameter som funktion av kalktillsatsen för laboratorieblandad jord och kalk.

Diagram A: Effekten en vecka efter inblandningen.

Diagram B: Effekten ett år efter inblandningen.

Kontroll av strukturtestets resultat

Strukturtestets resultat kontrolleras genom undersökning av strukturegenskaper hos den laboratorieblandade jorden från försöksfältet och i de olika kalkleden i fältförsöket.

Proktorbärigheten på laboratorieblandad jord i torrt tillstånd.

Efter ett år har den osläckta kalken givit mycket stora minskningar av motståndet mot proktormetern i de båda högsta kalkgivorna. Däremot har inte de lägre tillsatserna givit någon egentlig effekt. Kalkstensmjölet har givit ungefär 15 % sänkning av mätvärdena oberoende av kalkgivans storlek (fig. 2:5).

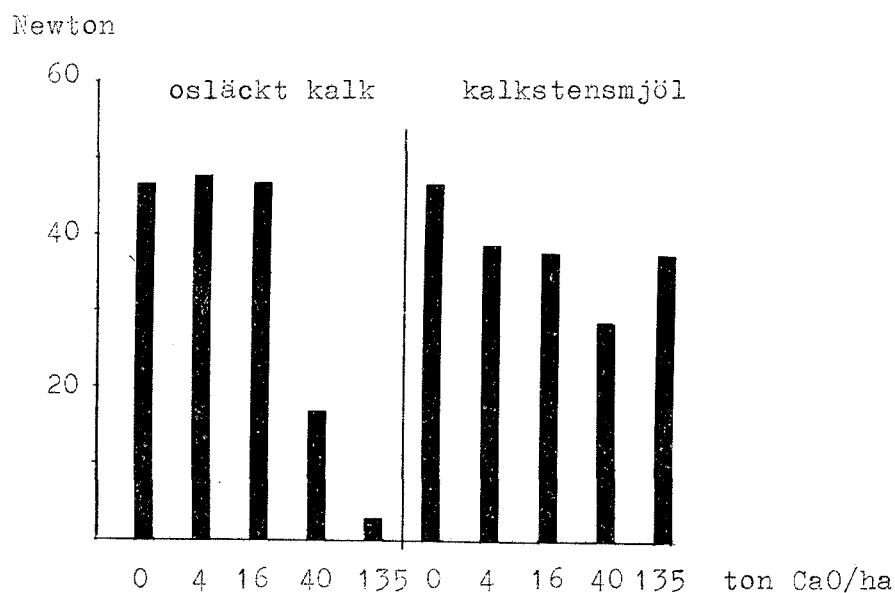


Fig. 2:5 Ultuna. Proktorbärigheten som funktion av kalktillsatsen. Mätningarna är utförda på torr jord.

Brotthållfastheten på laboratorieblandad jord.

Även här visar sig kalkens verkan tydligt först i de högsta tillsatserna. I 135-tonsgivan av osläckt kalk är hållfastheten bara en fjärdedel av ursprungsjordens. Mätvärdet för 16 ton CaO/ha som kalkstensmjöl ligger på 1000 kPa och förrycker hela bilden. Kalkstensmjölets effekt på brotthållfastheten är svår att bedöma med utgångspunkt från denna mätning (fig. 2:6).

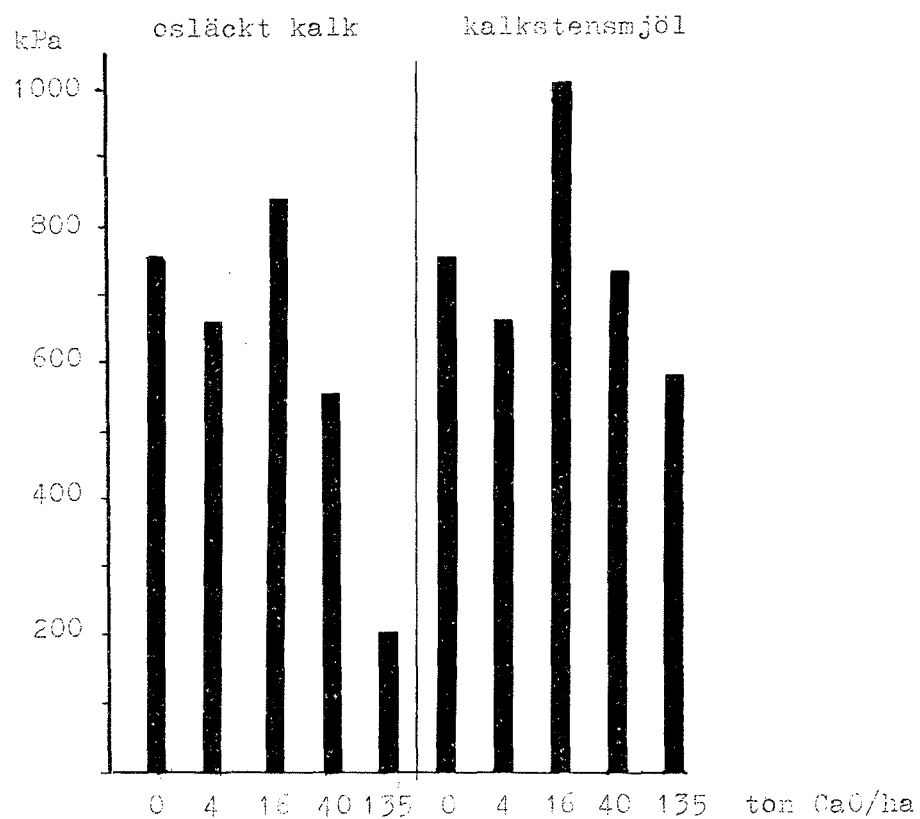


Fig. 2:6 Ultuna. Brotthållfastheten som funktion av kalktillsatsen.

Mikroaggregatanalys av jord från fältförsökets olika kalkled

Denna analys har ej utförts (fig. 2:7 utgår).

Dragmotståndet mätt i fältförsöket

Denna undersökning har gjorts 1974 och 1975, d.v.s. två respektive tre år efter försöksutläggningen. Vid det första tillfället uppmättes ca 25 % nedsättning av dragmotståndet för den högsta givan osläckt kalk. Tendensen är densamma för 16-tonsgivan. 1975 års mätning ger i stort sett samma resultat, men totala motståndet mot billen är mycket lägre på grund av högre markfuktighet. Entydiga positiva effekter av kalkstensmjöl finns bara vid 1975 års dragmotståndspröv, där minskningen är entydig och uppgår till ca 15 % för den högsta givan (fig. 2:8).

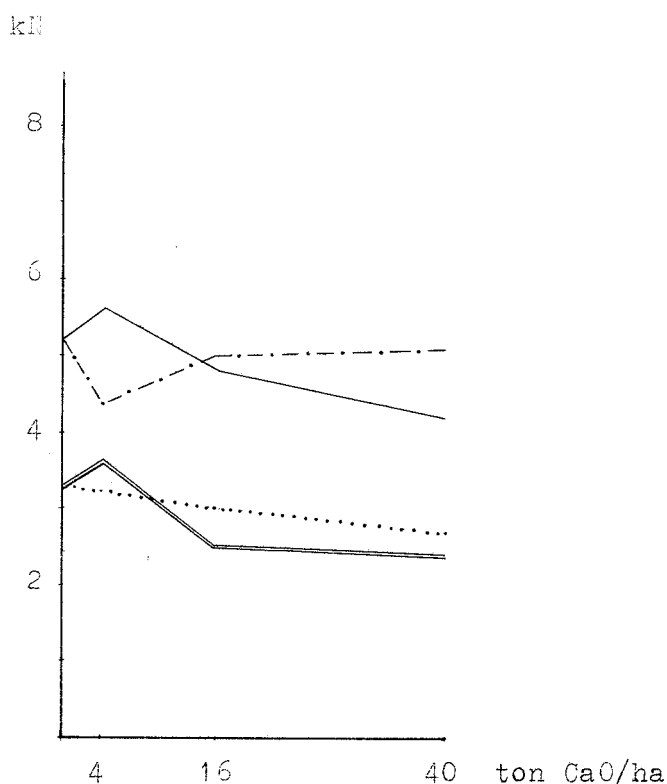


Fig. 2:8 Ultuna. Dragmotståndet som funktion av kalkgivorna i fältförsöket.

| 1974 | 1975 |
|-----------------------|---------------------|
| —— osläckt kalk | ===== osläckt kalk |
| - - - - kalkstensmjöl | kalkstensmjöl |

Sammanfattning

Matjorden utgöres av en något mullhaltig styv lera och alven av en styv lera. pH-värdet i matjorden var 6.5 vid försökets anläggande.

Den osläckta kalken har enligt strukturtestet haft god verkan med undantag för den lägsta kalkgivan. Testet visar inga utslag för tillsats av kalkstensmjöl.

Kontrollundersökningarna bekräftar detta för den osläckta kalkens del, medan de i viss mån givit positiva utslag även för kalkstensmjöl, även om resultaten i ett par fall är mycket ojämna. Fyra ton osläckt kalk per hektar utgör ett undantag i alla mätningarna från det ovan nämnda. Detta avslöjar närmast de använda metodernas begränsningar vid mätning av små utslag. Mikroaggregatanalys har inte utförts på prover från fältförsökets olika kalkled.

3. ÅBYHAMMAR, FELLINGSBRO S:N, ÖREBRO LÄN

Försöksplatsen är belägen 10 km O om Frövi och 3.5 km NV om Fellingsbro kyrka. Lägeskoordinater enligt rikets nät är 6595550/1484550. Försöket är utlagt i juli 1972 efter en modifierad standardplan beroende på fältets inhomogenitet (fig. 3:1).

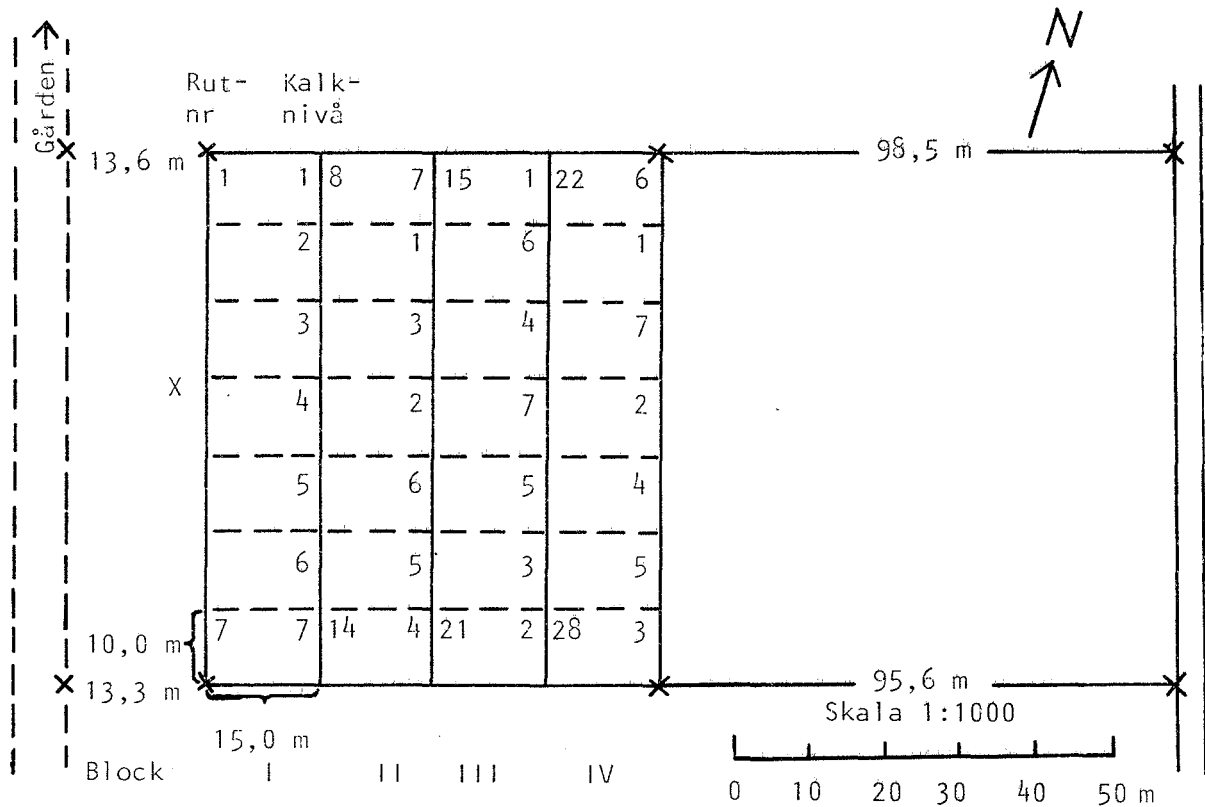


Fig. 3:1 Plan över kalk-markstruktur försök vid Åbyhammar.

Mangan och kväve:

- I. Utan mangan, låg N-giva
- II. " " hög N-giva

- III. Med mangan, låg N-giva
- IV. " " hög N-giva

Kalkstensmjöl:

- 1. Utan kalk
- 2. 4 ton CaO/ha
- 3. 16 " " "
- 4. 40 " " "

Osläckt kalk:

- 5. 4 ton CaO/ha
- 6. 16 " " "
- 7. 14 " " "

X markerar platsen för markprofil uttagen hösten 1974.

Markförhållanden

Matjorden består av en något mullhaltig styv lera och alven av en mycket styv lera (fig. 3:2). pH-värdet i vattensuspension är 7.3 för den obehandlade matjorden. Basutbyteskapaciteten är 27 me/100 g och basmättnadsgraden är 78 %. Dessa prov togs i samband med utläggningen av försöket (fig. 3:3). Tabell 3:1 visar pH-värdena mätta i vattensuspension i de olika leden i fältförsöket ett år efter utläggningen.

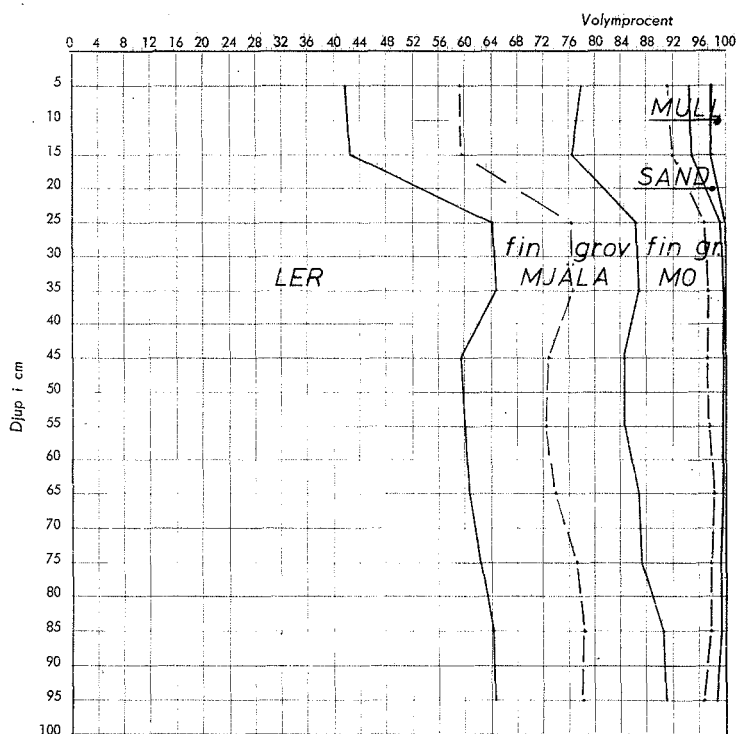


Fig. 3:2 Åbyhammar. Kornstorlekssammansättning och mullhalt.

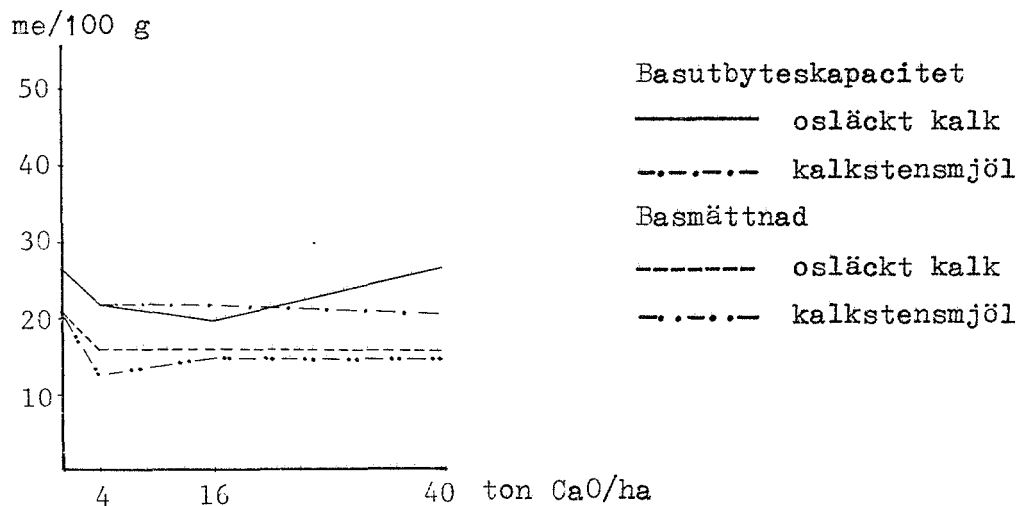


Fig. 3:3 Åbyhammar. Basutbyteskapacitet och basmättnad som funktion av kalktillsatsen.

Tabell 3:1 Åbyhammar. pH-värden i fältförsöket ett år efter utläggningen.

| Kalkslag | ton CaO/ha | 0 | 4 | 16 | 40 |
|---------------|------------|-----|-----|-----|-----|
| Ösläckt kalk | | 7.3 | 7.4 | 7.6 | 7.7 |
| Kalkstensmjöl | | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.5 |

Strukturtest

Testet visar att medelkorndiametern ökat från 0,11 till 0,17 mm eller med 55 % på en vecka för 135-tonsgivan av ösläckt kalk (fig. 3:4 A). Efter ett år har detta utslag ökat till 190 % och de lägre givorna har då också givit påtagliga utslag. Reaktionen har i detta fall sannolikt tagit längre tid än på de övriga provjordarna och medelkorndiametern har haft sitt maximivärde senare än en vecka efter inblandningen (fig. 3:4 B).

Effekten av kalkstensmjölet är svag. Visserligen är ökningen av medelkorndiametern 40 % för högsta kalkgivan, men vid lägre tillsatser registreras i två fall en minskning (fig. 3:4 B).

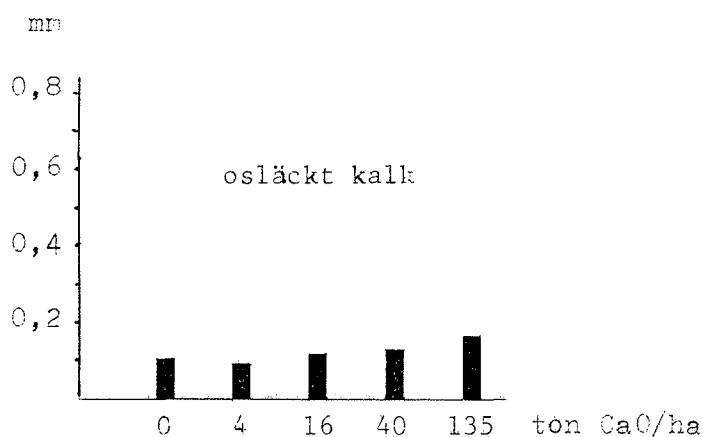


Fig. 3:4 A Åbyhammar. Mikroaggregatens medelkorndiameter som funktion av kalktillsatsen en vecka efter inblandningen (strukturtestet). Jordkalkblandningen utförd på laboratoriet.

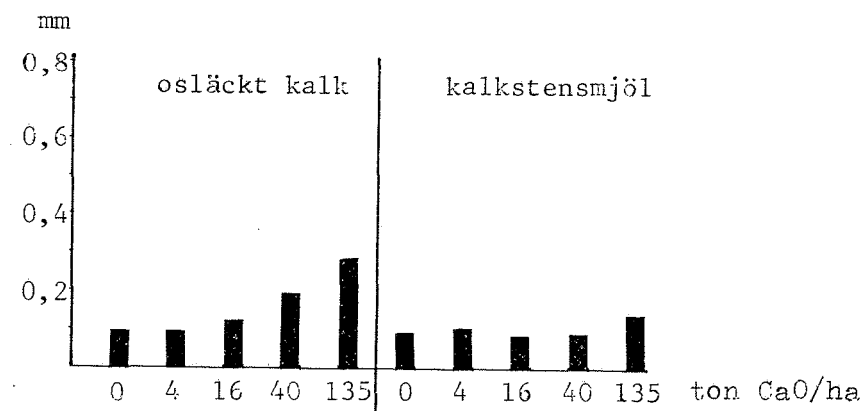


Fig. 3:4 B Åbyhammar. Mikroaggregatens medelkorndiameter som funktion av kalktillsatsen ett år efter inblandningen. Jord-kalkblandningen utförd på laboratoriet.

Kontroll av strukturtestets resultat

Strukturtestets resultat kontrolleras genom undersökning av strukturegenskaper hos den laboratorieblandade jorden från försöksfältet och i de olika kalkleden i fältförsöket.

Proktorbärigheten på laboratorieblandad jord i torrt tillstånd

Mätningarna visar klart sjunkande jordmotstånd för de högsta tillsatserna av osläckt kalk. För de båda lägre givorna har motståndet stigit så mycket att det kommit utanför proktometerns mätområde.

Kalkstensmjölet har inte haft någon positiv effekt (fig. 3:5).

I stort sett följer proktometermätningarna strukturtestets resultat.

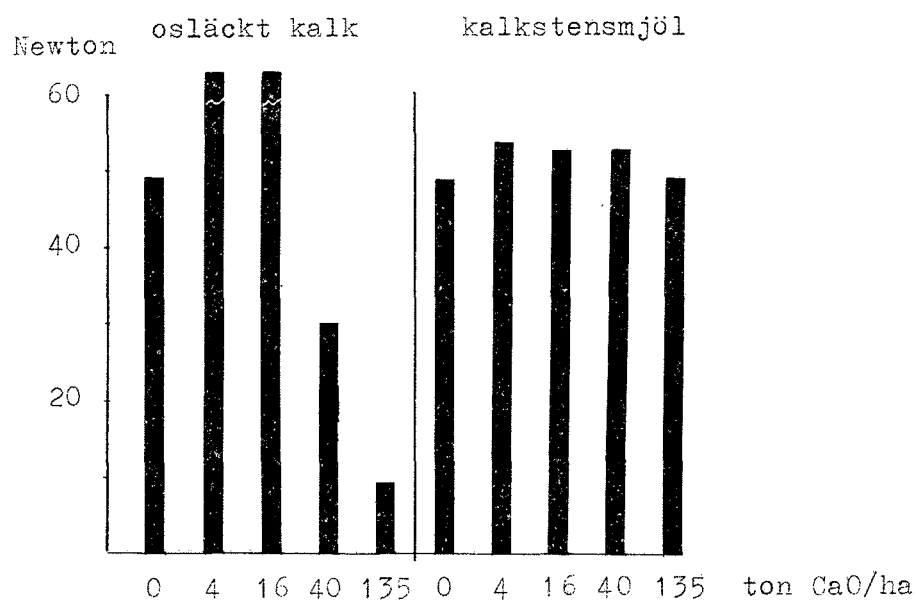


Fig. 3:5 Åbyhammar. Proktorbärigheten som funktion av kalktillsatsen. Mätningarna är utförda på torr jord.

Brotthållfastheten på laboratorieblandad jord

Provens hållfasthet är nästan helt opåverkad av den osläckta kalken. Undantag utgör den högsta tillsatsen, där värdet sjunker med 65 %.

Resultaten från kalkning med kalkstensmjöl är så ojämna att några säkra slutsatser inte kan dras (fig. 3:6).

Något klart samband mellan strukturtestet och brotthållfasthetsmätningarna kan inte påvisas i detta fall.

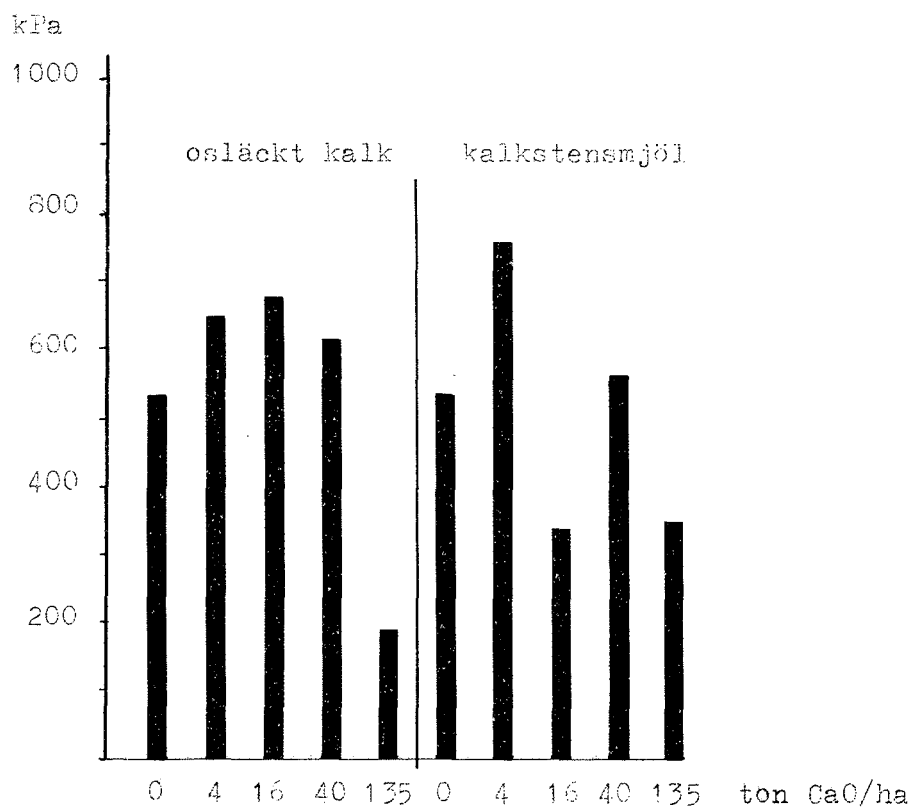


Fig. 3:6 Åbyhammar. Brotthållfastheten som funktion av kalktillsatsen.

Mikroaggregatanalys av jord från fältförsökets olika kalkled

Analysen är utförd ett år efter försökets utläggning och bör därför jämföras med undersökningen av den laboratorieblandade jorden ett år efter inblandningen.

Den osläckta kalken har här haft större effekter på mikrostrukturen för de lägre kalkgivorna än i laboratorieundersökningen. Medelkorndiametern är visserligen störst för den högsta givan, men visar inte en så kraftig ökning som i strukturtestet. Kalkstensmjölets effekt är obetydlig och dessutom ganska ojämn. Överensstämmelsen mellan fältförsök och laboratorieundersökning är mycket god, när det gäller studier av mikrostrukturen (fig. 3:7).

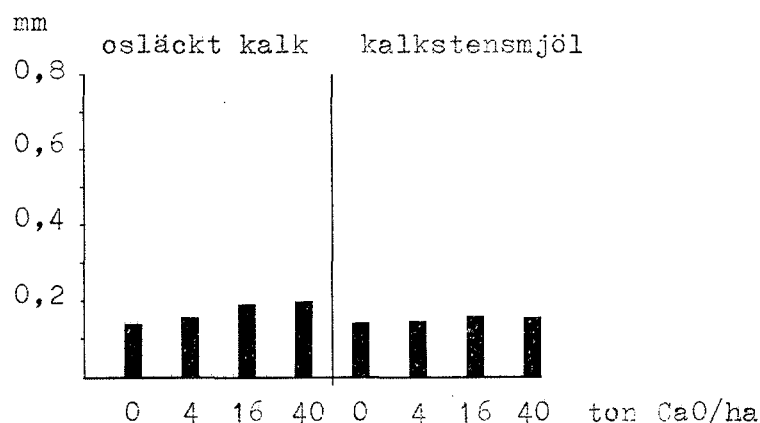


Fig. 3:7 Åbyhammar. Mikroaggregatens medelkorndiameter som funktion av kalktillsatsen. Proven är tagna i fältförsöket ett år efter utläggningen.

Dragmotståndet mätt i fältförsöket

Mätningar har utförts tre år i rad med början ett år efter utläggningen. Inte vid något av dessa tillfällen kan man utläsa några säkra effekter av kalken. 1974 var markfuktigheten betydligt högre än vid de andra mättillfällena, vilket förklarar de låga värdena med små variationer inom försöket. Resultatet är förvånande eftersom man vid flera tillfällen okulärt kunnat konstatera markanta strukturskillnader. Det är då speciellt 40-tonsgivan av osläckt kalk som uppvisat en utpräglad grynig struktur (fig. 3:8).

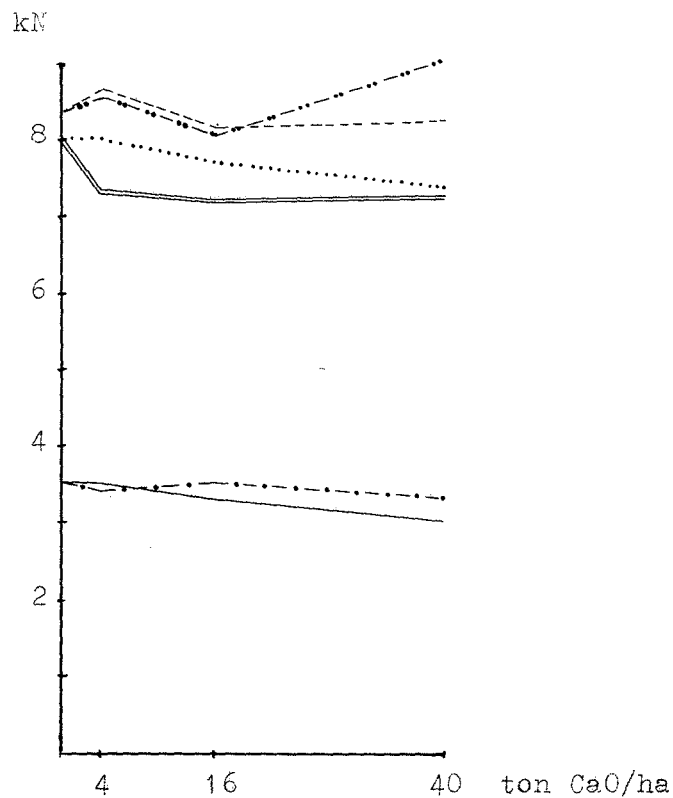


Fig. 3:8 Åbyhammar. Dragmotståndet som funktion av kalkgivorna i fältförsöket.

| 1973 | 1974 | 1975 |
|-------------------------|-------------------------|---------------------|
| ----- osläckt kalk | ———— osläckt kalk | ===== osläckt kalk |
| -.-.-.-.- kalkstensmjöl | -.-.-.-.- kalkstensmjöl | kalkstensmjöl |

Sammanfattning

Matjorden utgöres av en något mullhaltig styv lera och alven av en mycket styv lera. pH-värdet i matjorden var 7.3 när försökets anlades.

Den osläckta kalken har haft god effekt, vilket strukturtestet visar. Även efter en vecka fortsätter medelkorndiametern att öka. Detta tyder på att jorden från denna plats behöver ganska lång tid för att reagera. Effekten av kalkstensmjölet är svag.

Mikroaggregatanalys av jordprover från fältförsöket och mätning av proktorbärighet verifierar detta resultat för den osläckta kalken, vilket övriga undersökningar inte gör. För kalkstensmjölet är överensstämmelsen mycket god mellan strukturtest och kontrollmätningar.

4. STOCKÅKER, GRUMS S:N, VÄRMLANDS LÄN

Försöksplatsen ligger 3 km N om Grums samhälle och 150 m O om Grums kyrka. Lageskoordinaterna enligt rikets nät är 6586500/1346100. Utläggningen skedde i augusti 1972 efter standardplanen (fig. 4:1).

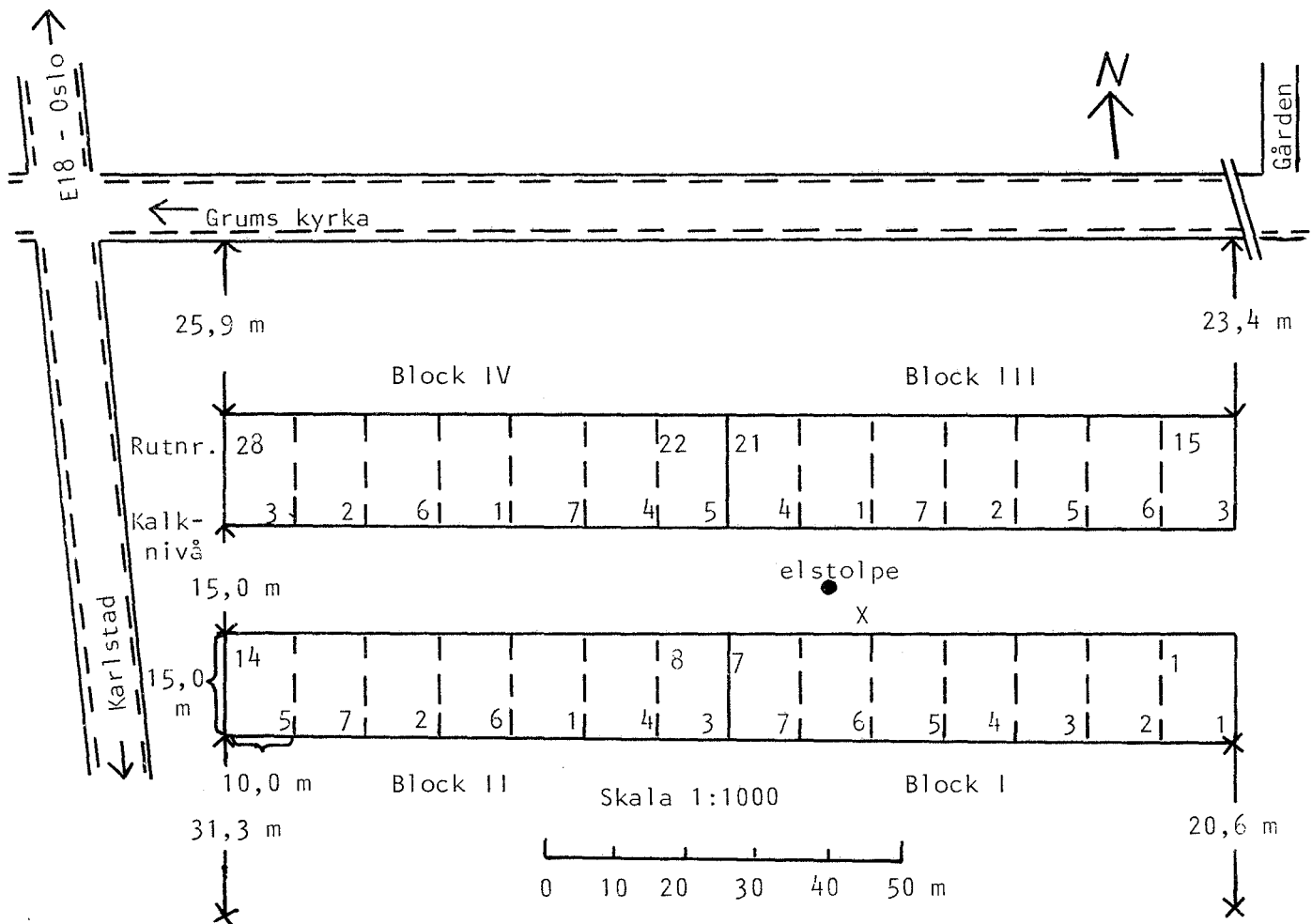


Fig. 4:1 Försöksplan för kalk-markstrukturförsök vid Stockåker.

Mangan och kväve

- I. Utan mangan låg N-giva
- II. " " hög "

- III. Med mangan låg N-giva
- IV. " " hög N-giva

Kalkstensmjöl:

1. Utan kalk
2. 4 ton CaO/ha
3. 16 " " "
4. 40 " " "

Osläckt kalk:

5. 4 ton CaO/ha
6. 16 " " "
7. 40 " " "

X markerar platsen för markprofil uttagen i november 1974.

Markförhållanden

Matjorden på försöksplatsen består av mullfattig lätt mellanlera och alven av styvare mellanlera (fig. 4:2). Matjordsprov uttaget vid utläggningen av fältförsöket har ett pH-värde på 6,1. Basutbyteskapaciteten är 19 me/100 g och basmättnadsgraden 63 % (fig. 4:3). Tabell 4:1 visar pH-värden från fältförsökets olika led ett år efter utläggningen.

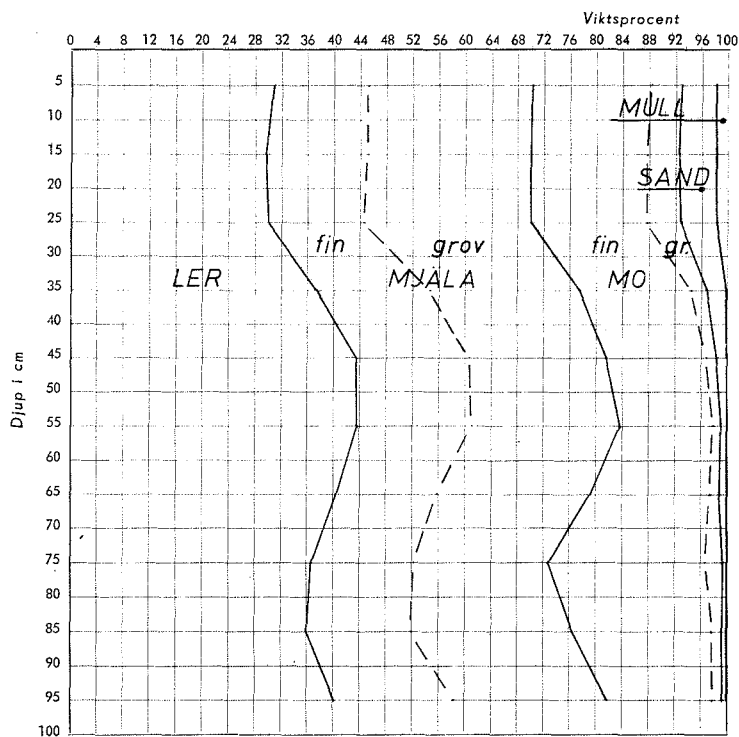


Fig. 4:2 Stockåker. Kornstorlekssammansättning och mullhalt.

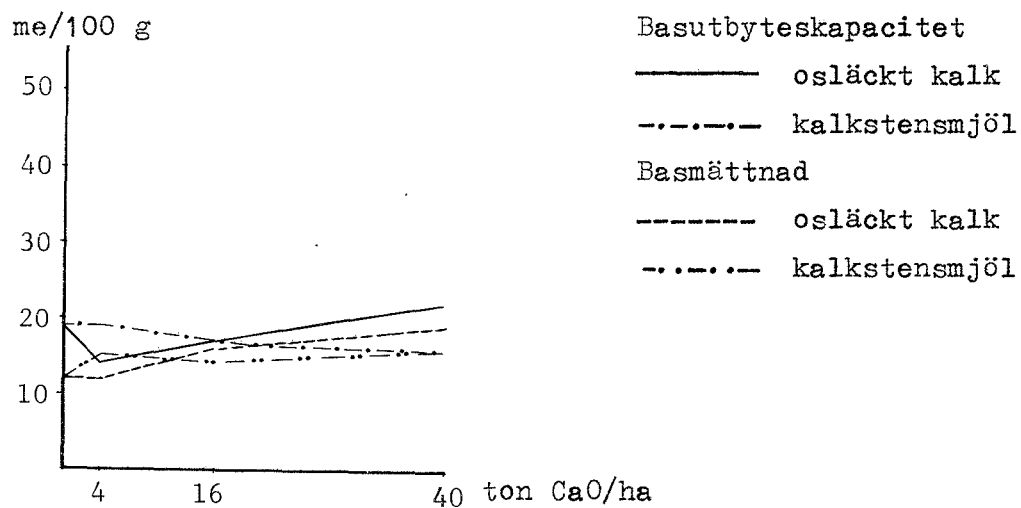


Fig. 4:3 Stockåker. Basutbyteskapacitet och basmättnad som funktion av kalktillsatsen.

Tabell 4:1 Stockåker. pH-värden i fältförsöket ett år efter utläggningen.

| Kalkslag | ton CaO/ha | 0 | 4 | 16 | 40 |
|---------------|------------|-----|-----|-----|-----|
| Osläckt kalk | | 6.0 | 6.6 | 6.9 | 7.5 |
| Kalkstensmjöl | | 6.0 | 6.3 | 6.9 | 7.1 |

Strukturtest

Mikroaggregatanalysen visar vid det första testet en vecka efter inblandningen en stegring av aggregatstorlekarna. Ett år senare är effekten inte lika påtaglig, även om medelkorndiametern ökat med ca 55 % vid de högre kalktillsatserna.

Kalkstensmjölets inverkan är visserligen stor, som mest en ökning med 75 % av medelkorndiametern, men totalt sett varierar effekterna så mycket, att några slutsatser inte kan dras (fig. 4:4).

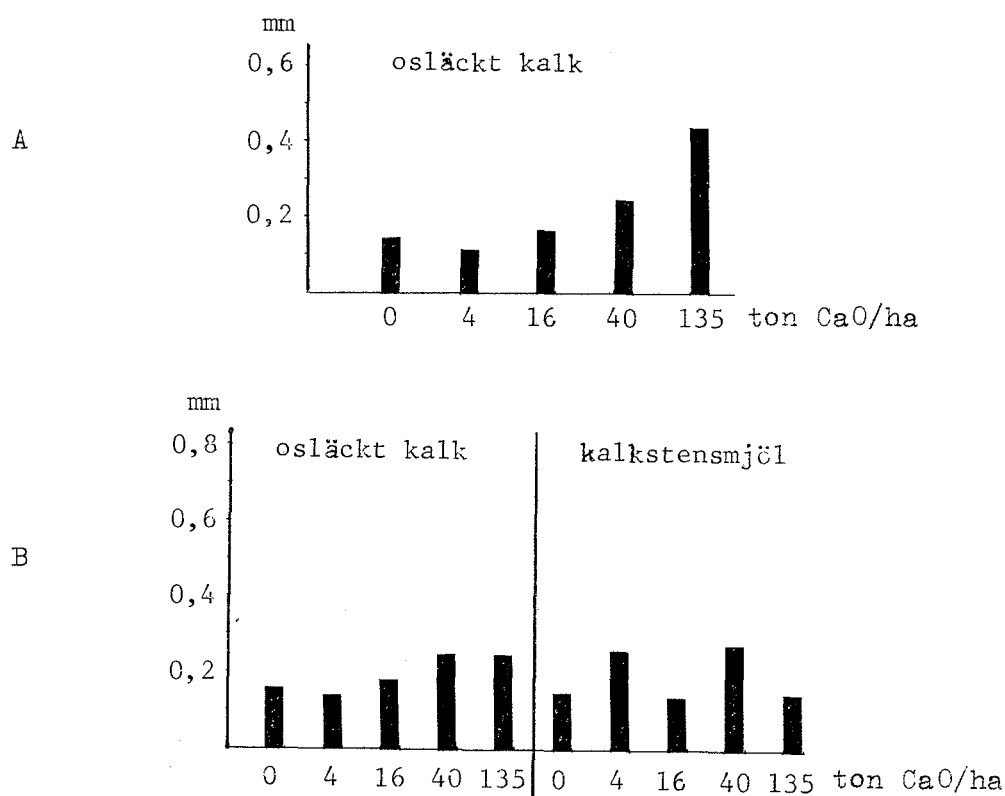


Fig. 4:4 Stockåker. Mikroaggregatens medelkorndiameter som funktion av kalktillsatsen. Jord-kalkblandningen är utförd på laboratoriet.

Diagram A: Effekten en vecka efter inblandningen (strukturtestet).

Diagram B: Effekten ett år efter inblandningen.

Kontroll av strukturtestets resultat

Strukturtestets resultat kontrolleras genom undersökning av strukturegenskaper hos den laboratorieblandade jorden från försöksfältet och i de olika kalkleden i fältförsöket.

Proktorbärigheten på laboratorieblandad jord i torrt tillstånd

Mätningarna har givit mycket ojämna resultat för båda kalkslagen. Man kan dock skönja en viss sjunkande tendens för stigande givor kalk. Jordmotståndet har minskat med en tredjedel för 16 ton CaO/ha och med drygt hälften för 135 tonsgivan av osläckt kalk (Fig. 4:5).

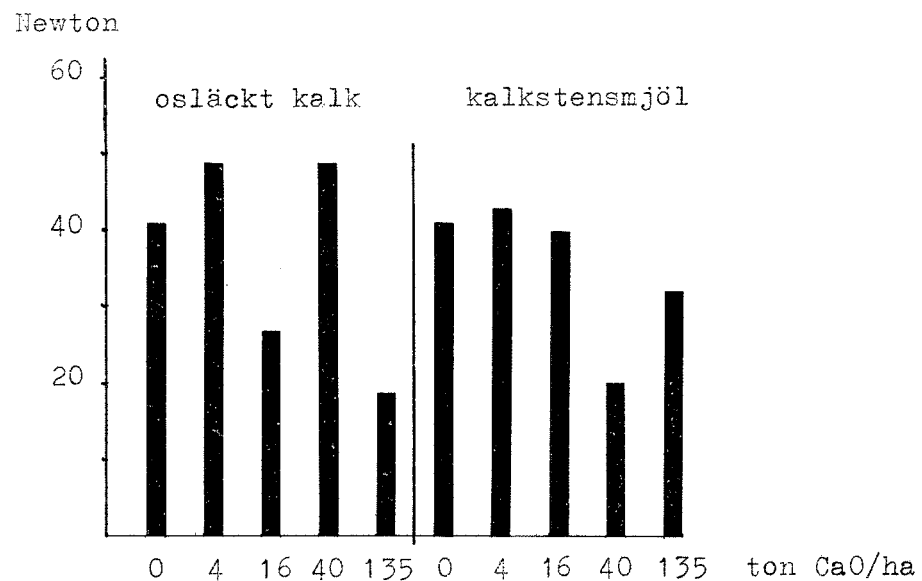


Fig. 4:5 Stockåker. Proktorbärigheten som funktion av kalktillsatsen. Mätningarna är utförda på torr jord.

Brotthållfastheten på laboratorieblandad jord

Om man för den osläckta kalken gör en direkt jämförelse mellan strukturtestet och brotthållfastheten finner man, att figurerna 4:4 A och 4:6 är i det närmaste spegelbilder av varandra d.v.s. brotthållfasthetsmätningen verifierar strukturtestets resultat väl.

För kalkstensmjölets del finns inte detta samband. Mätvärdena är här ojämna och pekar mestadels i negativ riktning (fig. 4:6).

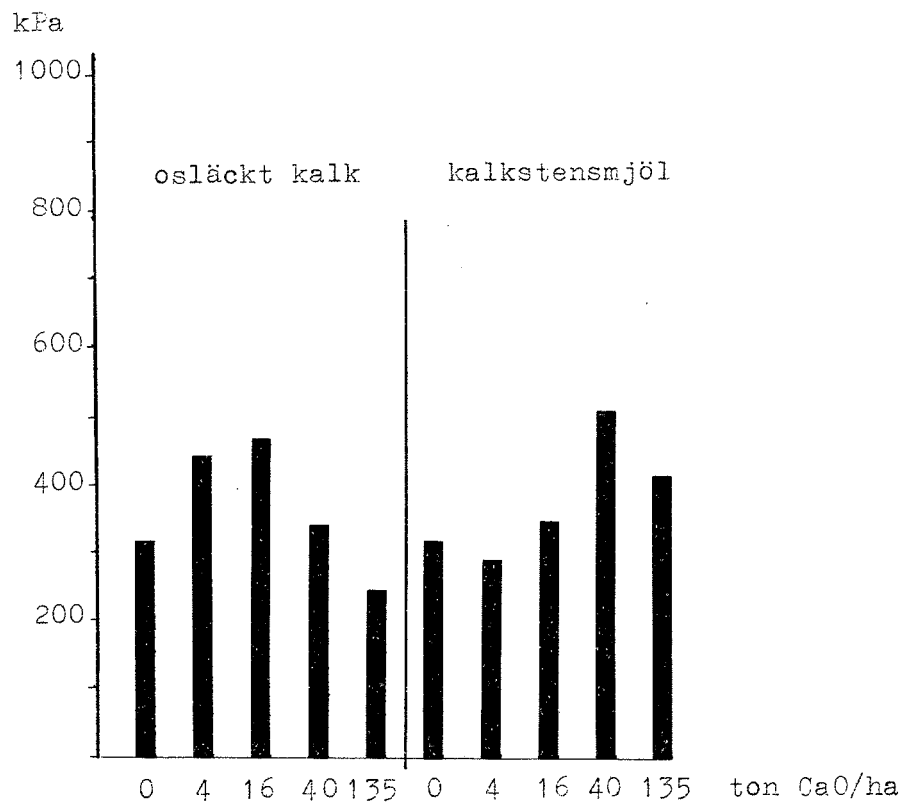


Fig. 4:6 Stockåker. Brotthållfastheten som funktion av kalktillsatsen.

Mikroaggregatanalys av jord från fältförsökets olika kalkled

För de båda högsta givorna av osläckt kalk överensstämmer resultaten från fältförsöket väl med dem från strukturtestet. Fyratonsgivan ger större utslag i fältförsöket, men förändringarna är i båda fallen mycket små. Undersökningen av försöksleden med kalkstensmjöl visar ingen ökning av medelkorndiametern. Detta styrker slutsatsen av strukturtestet, att effekterna där beror på slumpmässig variation mellan proverna (fig. 4:7).

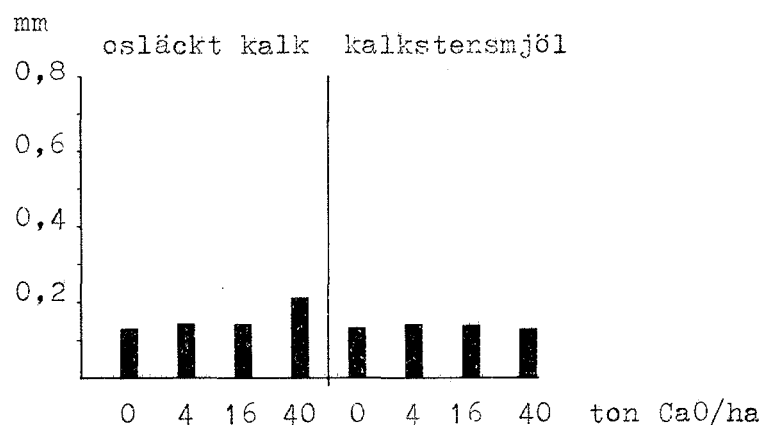


Fig. 4:7 Stockåker. Mikroaggregatens medelkorndiameter som funktion av kalktillsatsen. Proven är tagna i fältförsöket ett år efter utläggningen.

Dragmotståndet mätt i fältförsöket

Mätningarna är utförda efter skörden, tre år i rad, med början ett år efter försöksutläggningen.

Dragmotståndet varierar inom ganska snäva gränser. Man kan dock skönja små effekter av båda kalkningsmedlen 1973 och av den osläckta kalken 1975 (fig. 4:8). Dessa värden ger visst stöd åt strukturstestets resultat.

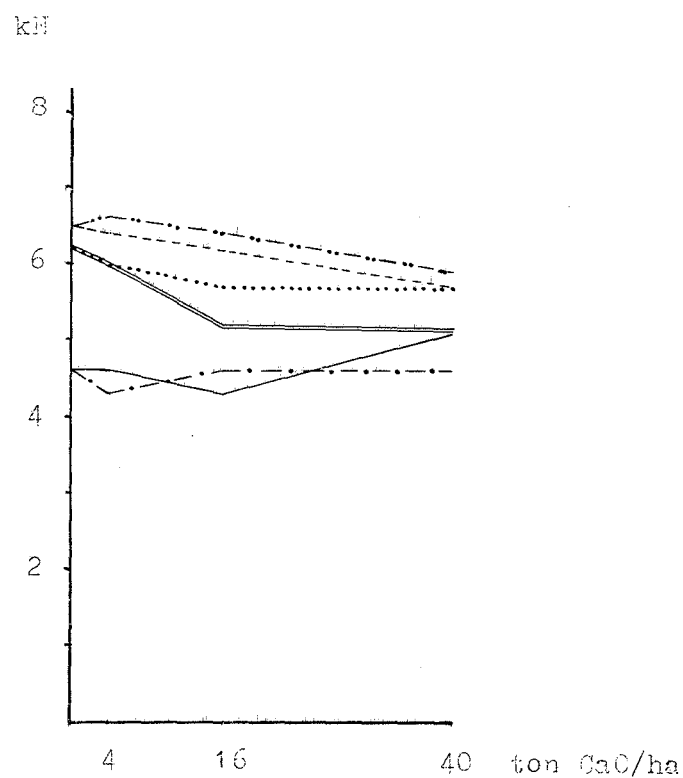


Fig. 4:8 Stockåker. Dragmotståndet som funktion av kalkgivorna i fältförsöket.

| 1973 | 1974 | 1975 |
|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| ----- osläckt kalk | ———— osläckt kalk | ===== osläckt kalk |
| -·-·-·- kalkstensmjöl | -·-·-·- kalkstensmjöl | ········ kalkstensmjöl |

Sammanfattning

Matjorden utgöres av en mullfattig lättare mellanlera och alven av en styvare mellanlera. pH-värdet i matjorden var 6.1 när försöket anlades.

Strukturtestet har här visat goda effekter för inblandning av osläckt kalk. Kalkstensmjölets inverkan på strukturen är mycket ojämn. Det är därför omöjligt att dra några slutsatser beträffande kalkstensmjölets effekt.

Överensstämmelsen mellan strukturtestet och kontrollundersökningarna är god utom i ett fall. Mätningen av proktorbäriqhet på jordprover med kalkstensmjöl visar ett resultat som inte överensstämmer med strukturtestet.

5. ESPESÄTER, GRINSTADS S:N, ÄLVSBOGRS LÄN

Försöksfältet är beläget 11 km SO om Mellerud och 3.3 km SO om Grinstads kyrka. Lägeskoordinaterna är 6503150/1311550. Försöket är utlagt 1972 enligt en modifierad plan med 9 parceller i varje block, där ruta 8 och 9 är behandlade med T-kalk (Trollhättekalk), som är en slaggprodukt från järn- och stålverk och innehåller ca 60 % CaO (fig. 5:1).

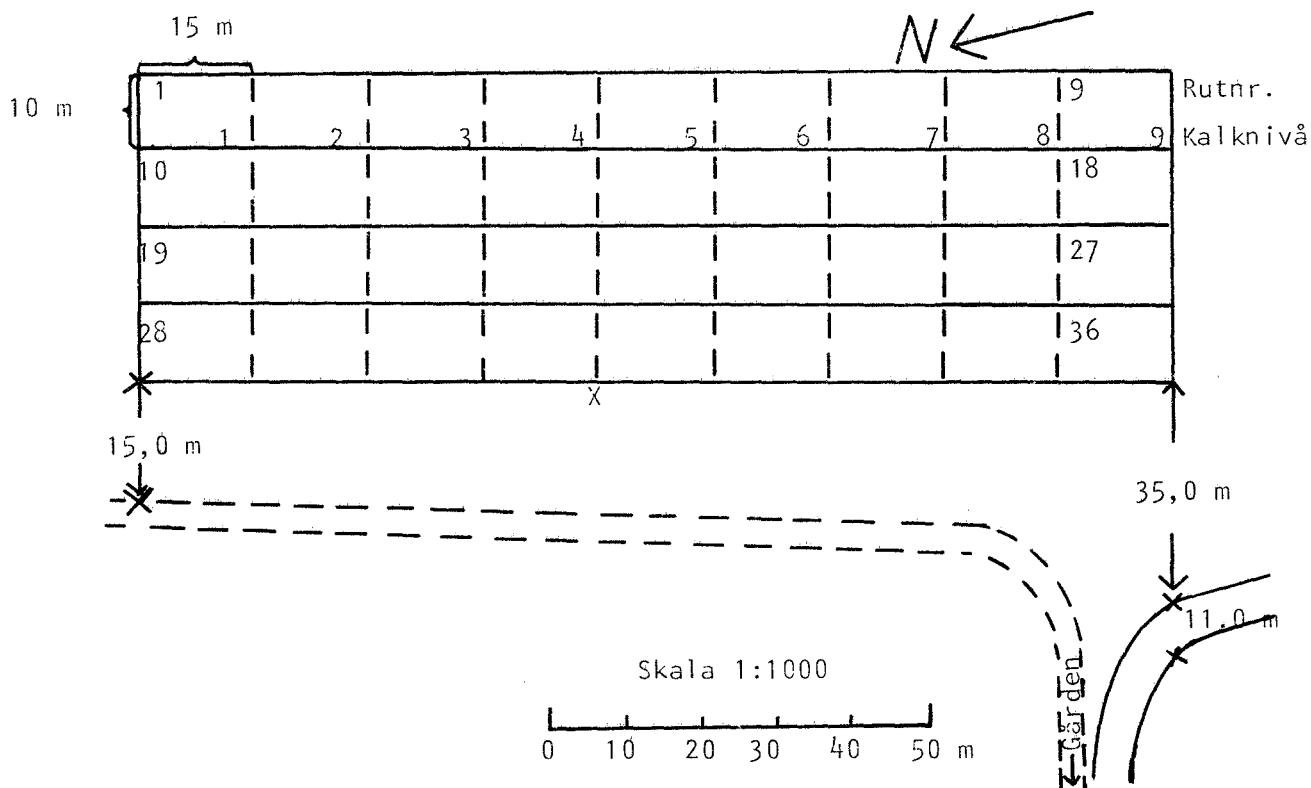


Fig. 5:1 Försöksplan för kalk-markstrukturförsök vid Espesäter.

Mangan och kväve

- I. Utan mangan låg N-giva
- II. " " hög "
- III. Med mangan låg N-giva
- IV. " " hög N-giva

Osläckt kalk:

5. 4 ton CaO/ha
6. 16 " " "
7. 40 " " "

Kalkstensmjöl:

1. Utan kalk
2. 4 ton CaO/ha
3. 16 " " "
4. 40 " " "

Trollhättekalk (T-kalk)

8. 4 ton CaO/ha
9. 16 " " "

X markerar platsen för markprofil uttagen i november 1974

Markförhållanden

Matjorden utgörs av måttligt mullhaltig mjällig lättlera och alven av lättare mellanlera (fig. 5:2). pH-värdet mätt i vatten i den obehandlade matjorden är 7,4. Basutbyteskapaciteten är 15 me/100 g och basmättnadsgraden 80 % i obehandlade rutor vid utläggningen av försöket (fig. 5:3). Tabell 5:1 visar pH-värden från de olika leden i fältförsöket med undantag för T-kalken ett år efter utläggningen.

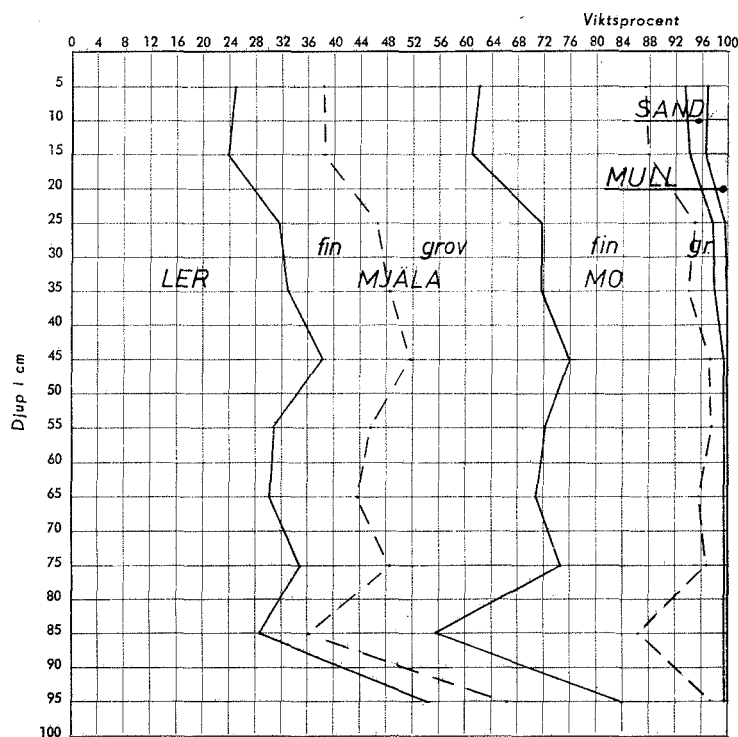


Fig. 5:2 Espesäter. Kornstorlekssammansättning och mullhalt.

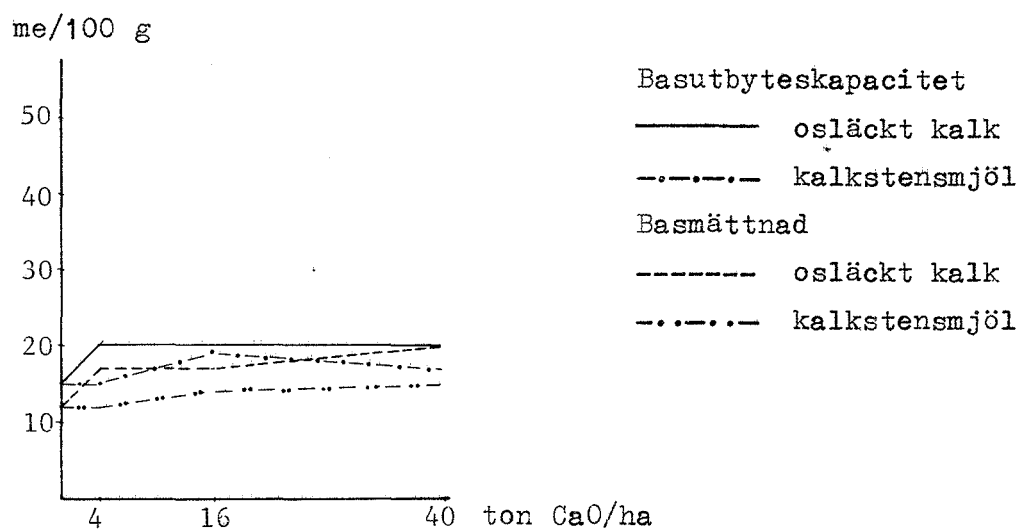


Fig. 5:3 Espesäter. Basutbyteskapacitet och basmättnad som funktion av kalktillsatsen.

Tabell 5:1 Espesäter. pH-värden i fältförsöket ett år efter utläggningen.

| Kalkslag | ton CaO/ha | 0 | 4 | 16 | 40 |
|---------------|------------|-----|-----|-----|-----|
| Osläckt kalk | | 7.0 | 7.1 | 7.6 | 7.9 |
| Kalkstensmjöl | | 7.0 | 7.1 | 7.3 | 7.4 |

Strukturtest

Testet efter en vecka visar att jorden reagerat kraftigt för de två högsta givorna av osläckt kalk. För den femprocentiga tillsatsen är ökningen av medelkorndiametern drygt 200 %. Efter ett år har denna topp sjunkit till en 115 %-ig ökning men i gengäld har effekten av de lägre givorna ökat.

Kalkstensmjölet har här inte haft någon effekt. (fig. 5:4).

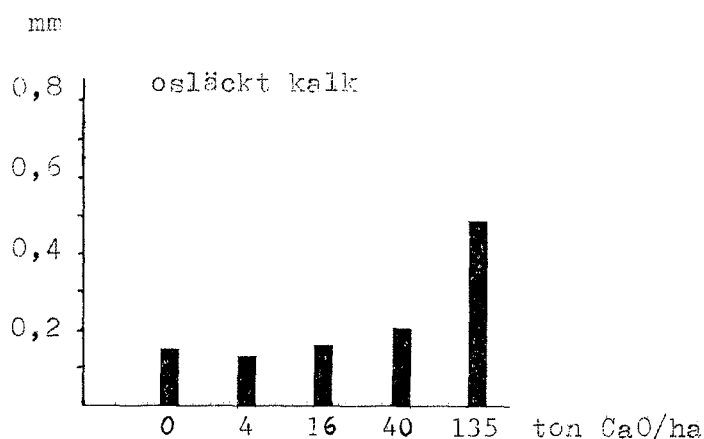


Fig. 5:4 A Espesäter. Mikroaggregatens medelkorndiameter som funktion av kalktillsatsen en vecka efter inblandningen (strukturtestet). Jord-kalk-blandningen utförd på laboratoriet.

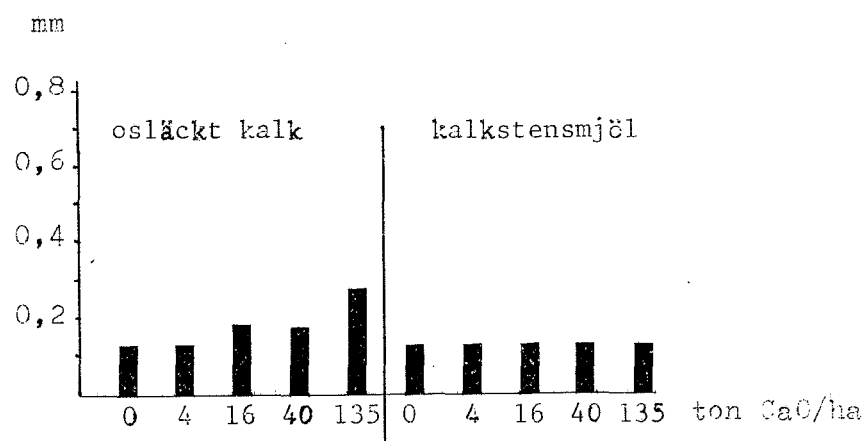


Fig. 5:4 B Espesäter. Mikroaggregatens medelkorndiameter som funktion av kalktillsatsen ett år efter inblandningen. Jord-kalkblandningen utförd på laboratoriet.

Kontroll av strukturtestets resultat

Strukturtestets resultat kontrolleras genom undersökning av strukturegenskaper hos den laboratorieblandade jorden från försöksfältet och i de olika kalkleden i fältförsöket.

Proktorbärigheten på laboratorieblandad jord i torrt tillstånd

Den osläckta kalken har inte påverkat jordmotståndet i nämnvärd grad förrän tillsatsen uppgår till 40 ton CaO/ha, men då sjunker mätvärdet mycket kraftigt (cirka 70 % sänkning).

De 15-procentiga minskningarna av jordmotståndet för tillsats av kalkstensmjöl faller inom ramen för försöksfel (fig. 5:5).

Mätningarna verifierar strukturtestets resultat.

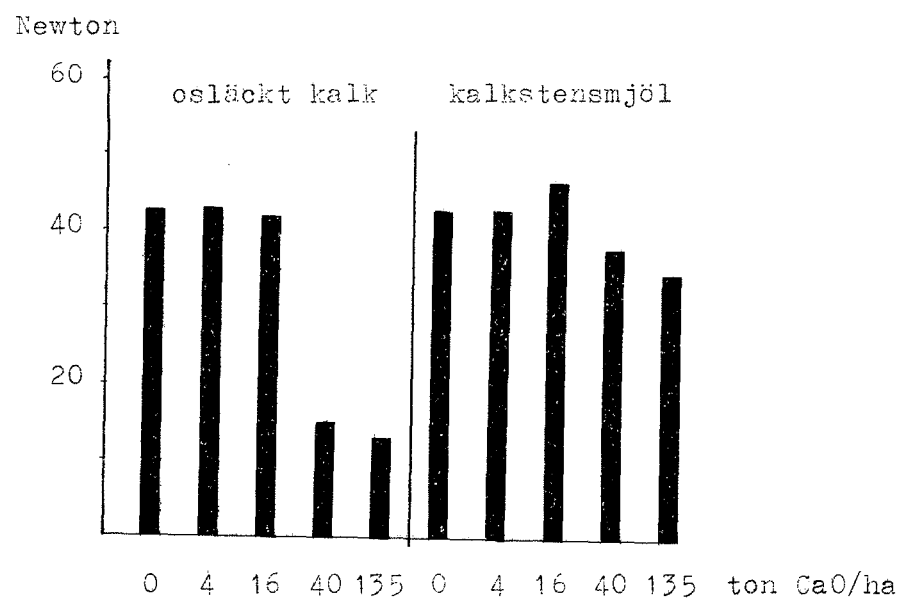


Fig. 5:5 Espesäter. Proktorbärigheten som funktion av kalktillsatsen. Mätningarna är utförda på torr jord.

Brotthållfastheten på laboratorieblandad jord

Både den osläckta kalken och kalkstensmjölet visar kontinuerligt minskande brotthållfasthet för stigande kalktillsats med undantag av 40-tonsgivorna. Snarare än att anta, att en giva på just 40 ton CaO är olämplig, får man anse, att avvikelserna här beror på en slumpmässig variation. Antalet upprepningar måste vara mycket stort, om man skall kunna undvika detta helt. Den osläckta kalken är överlägsen kalkstensmjölet, som endast visar hälften så stora utslag i hållfasthetsmätningarna (fig. 5:6).

I strukturtestet gav endast den osläckta kalken utslag.

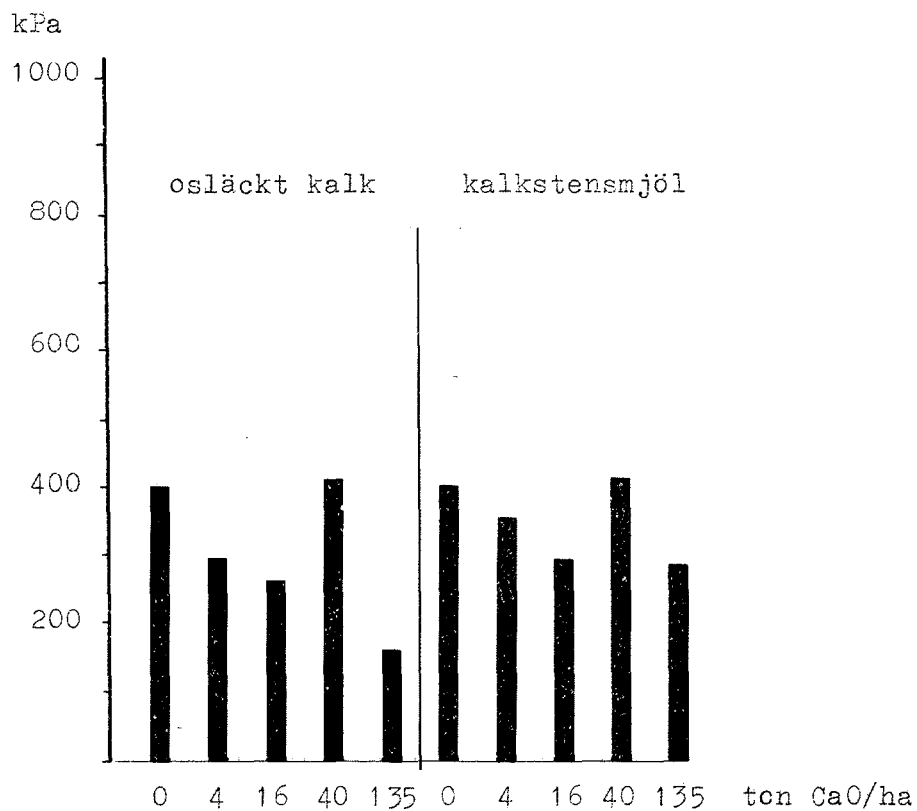


Fig. 5:6 Espesäter. Brotthållfastheten som funktion av kalktillsatsen.

Mikroaggregatanalys av jord från fältförsökets olika kalkled

Denna analys har ej utförts (fig. 5:7 utgår).

Dragmotståndet mätt i fältförsöket

Mätningarna är utförda två respektive tre år efter utläggningen av fältförsöket.

1974 kunde noteras en svag minskning av motståndet för båda kalkslagen. Ett år senare sjönk värdena mycket kraftigt och entydigt för ökad giva av osläckt kalk. Vid samma tillfälle visar försöksleden med kalkstensmjöl så ojämna resultat, att man inte kan dra några slutsatser (fig. 5:8).

Överensstämmelsen med strukturtestet är relativt god.

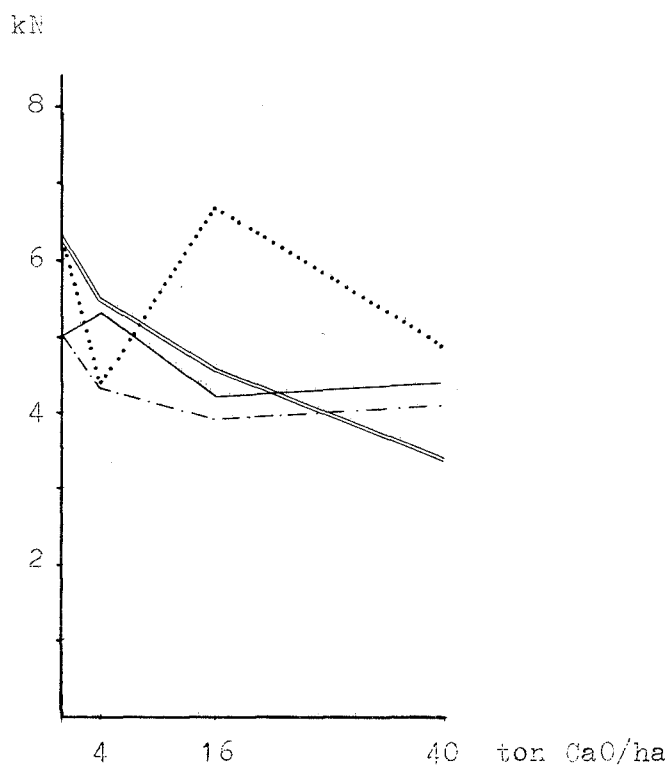


Fig. 5:8 Espesäter. Dragmotståndet som funktion av kalkgivorna i fältförsöket.



Sammanfattning

Matjorden utgöres av måttligt mullhaltig mjälig lättlera och alven av lättare mellanlera. pH-värdet i matjorden var 7.4 när försöket anlades.

Strukturtestet visar här entydiga resultat med goda effekter av osläckt kalk men inga utslag för inblandning av kalkstensmjöl.

Brotthållfasthetsmätningen på prover med kalkstensmjöl har givit positiva utslag för tre av de fyra kalktillsatserna. Detta är den enda mätning som inte verifierar strukturtestet.

6. INGARUD, BERGA S:N, SKARABORGS LÄN

Försöksplatsen är belägen 6 km NO om Mariestad och 1 km SSO om Berga kyrka. Lägeskoordinater: 6513500/1390700. Försöket är utlagt 1972 enligt standardplanen (fig. 6:1).

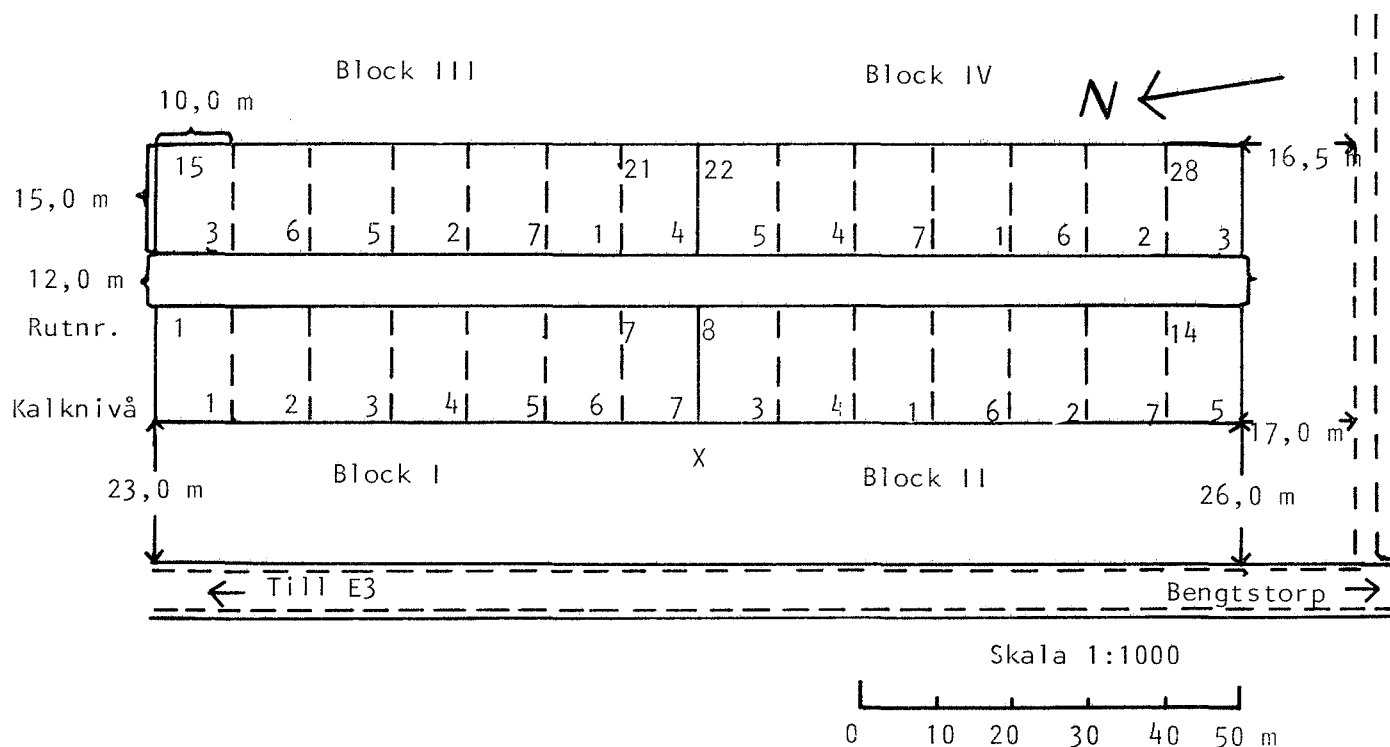


Fig. 6:1 Försöksplan för kalk-markstrukturförsök vid Ingarud.

Mangan och kväve

- I. Utan mangan låg N-giva
- II. " " hög "

- III. Med mangan låg N-giva
- IV. " " hög N-giva

Kalkstensmjöl:

1. Utan kalk
2. 4 ton CaO/ha
3. 16 " " "
4. 40 " " "

Osläckt kalk:

5. 4 ton CaO/ha
6. 16 " " "
7. 40 " " "

X markerar platsen för markprofil uttagen i november 1974

Markförhållanden

Matjorden utgöres av måttligt mullhaltig styvare mellanlera och alven av styv lera (fig. 6:2). pH-värdet är mätt till 6,4 i vattensuspension av matjordsprov uttaget vid försöksutläggningen. Basutbyteskapaciteten i okalkad jord har ett värde av 17 me/100 g och basmättnadsgraden 78 % (fig. 6:3). Tabell 6:1 anger pH-värden från matjorden i fältförsöket ett år efter utläggningen.

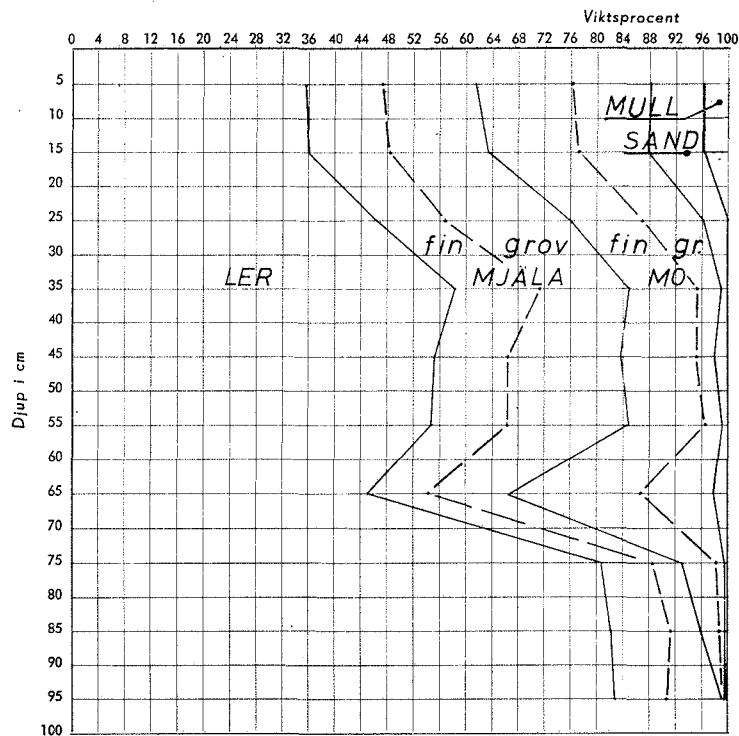


Fig. 6:2 Ingarud. Kornstorlekssammansättning och mullhalt.

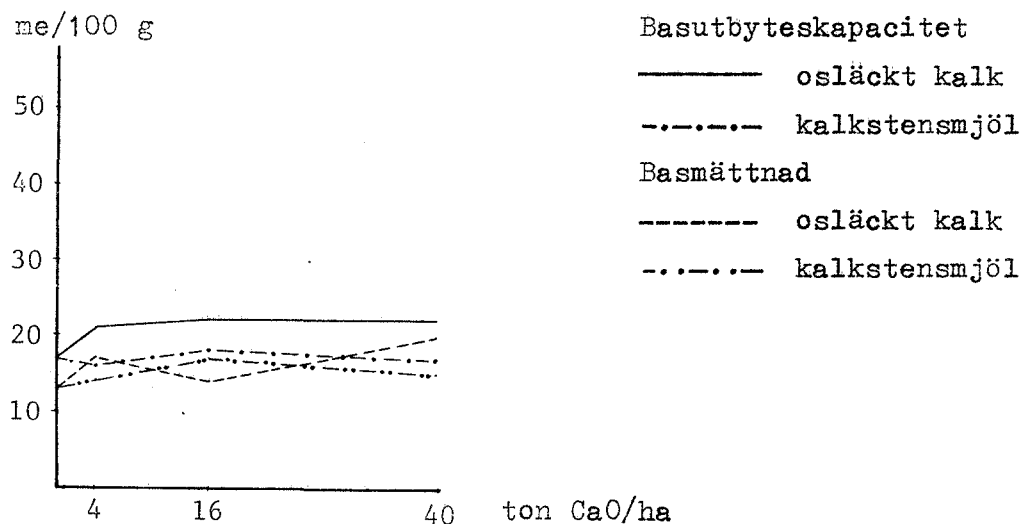


Fig. 6:3 Ingarud. Basutbyteskapacitet och basmättnad som funktion av kalktillsatsen.

Tabell 6:1 Ingarud. pH-värden i fältförsöket ett år efter utläggningen.

| Kalkslag | ton CaO/ha | 0 | 4 | 16 | 40 |
|---------------|------------|-----|-----|-----|-----|
| Osläckt kalk | | 6.4 | 6.6 | 7.0 | 7.5 |
| Kalkstensmjöl | | 6.4 | 6.6 | 6.9 | 7.0 |

Strukturtest

De tre högsta kalktillsatserna har ökat medelkorndiametern kraftigt under den första veckan efter inblandningen. Uttryckt i procent av värdet för det okalkade provet blir ökningarna ca 70, 110 respektive 500 %. Ett år senare har ökningen av aggregatstorlekarna gått tillbaka till en mera normal nivå.

Kalkstensmjölet har inte givit några effekter eller i vissa fall t.o.m. negativa utslag (fig. 6:4).

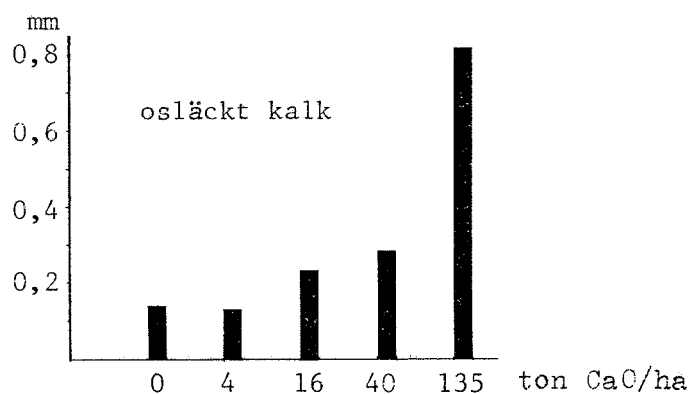


Fig. 6:4 A Ingarud. Mikroaggregatens medelkorndiameter som funktion av kalktillsatsen en vecka efter inblandningen (strukturtestet). Jord-kalk-blandningen utförd på laboratoriet.

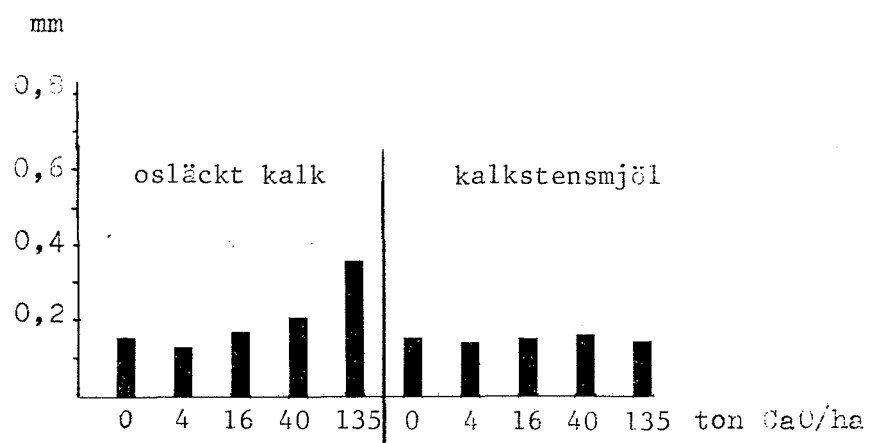


Fig. 6:4 B Ingarud. Mikroaggregatens medelkorndiameter som funktion av kalktillsatsen ett år efter inblandningen. Jord-kalkblandningen utförd på laboratoriet.

Kontroll av strukturtestets resultat

Strukturtestets resultat kontrolleras genom undersökning av strukturegenskaper hos den laboratorieblandade jorden från försöksfältet och i de olika kalkleden i fältförsöket.

Proktorbärigheten på laboratorieblandad jord i torrt tillstånd

Mätningarna på blandningar med osläckt kalk verifierar strukturtestets resultat med mycket stora effekter. De höga kalkgivorna har haft stor positiv effekt, medan den lägsta givit negativt utslag.

Kalkstensmjölet, som ju inte hade någon effekt på mikrostrukturen, visar här inga klara linjer. Jordmotståndet stiger för ökad kalkgiva, men alla mätvärdena är lägre än för det okalkade provet (fig. 6:5).

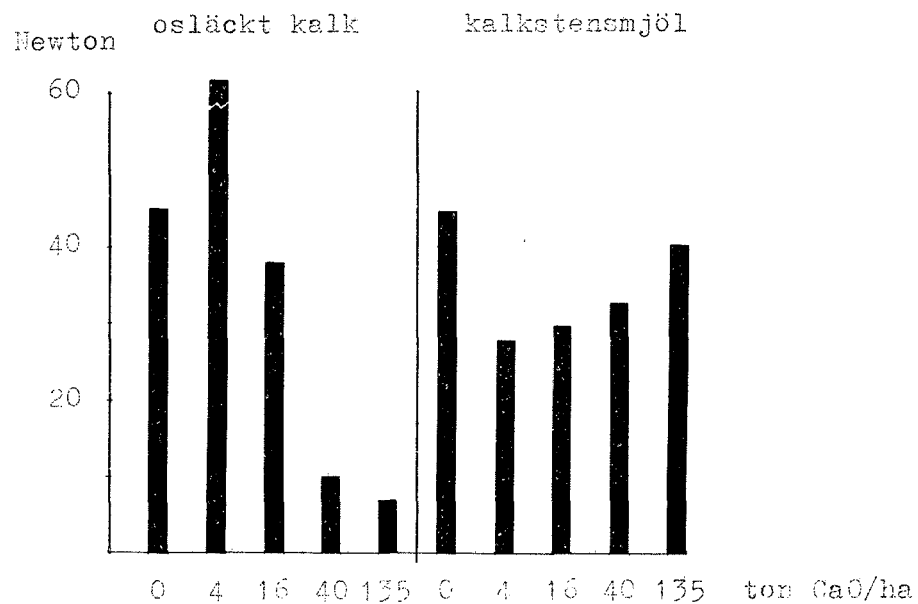


Fig. 6:5 Ingarud. Proktorbärigheten som funktion av kalktillsatsen. Mätningarna är utförda på torr jord.

Brotthållfastheten på laboratorieblandad jord

Proven från Ingarud visar tillsammans med dem från Åbyhammar upp de högsta värdena för brotthållfasthet. Under sådana förhållanden brukar spridningen bli stor. Detta gäller både för Ingarud och Åbyhammar, liksom att det bara är den högsta tillsatsen av osläckt kalk, som visar en påtaglig sänkning av brotthållfastheten (fig. 6:6). Det är därför svårt, att dra några slutsatser av jämförelserna med strukturtestet för något av kalkslagen.

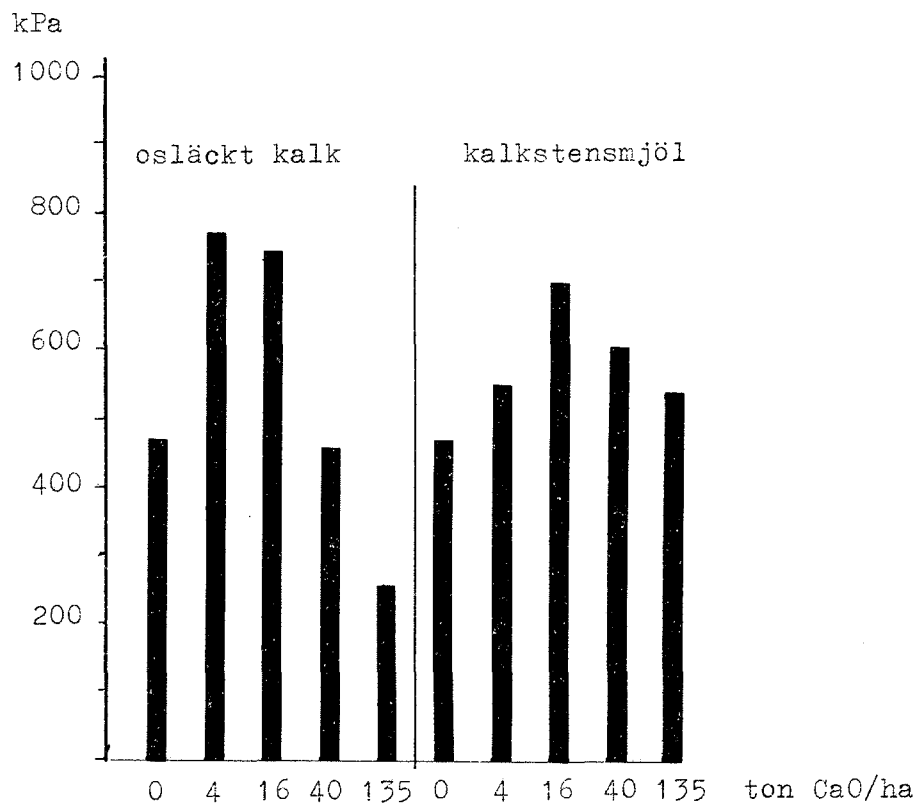


Fig. 6:6 Ingarud. Brotthållfastheten som funktion av kalktillsatsen.

Mikroaggregatanalys av jord från fältförsökets olika kalkled

Denna analys har ej utförts (fig. 6:7 utgår).

Dragmotståndet mätt i fältförsöket

Mätningar gjordes ett och tre år efter utläggningen av fältförsöket. Det är vanligtvis mycket kort tid, som fältet är tillgängligt för undersökningar. Mätningarna måste utföras mellan skörden och första jordbearbetningen. Dessa hanns inte med 1974.

Dragmotståndsmätningen visar inga effekter för något av kalkslagen 1973. Två år senare har värdena sjunkit med drygt 30 % vid den högsta givan av båda kalksorterna jämfört med de obehandlade försöksleden. Om man däremot ser på resultaten från de lägre givorna visar sig den osläckta kalken helt överlägsen kalkstensmjölet (fig. 6:8).

1975 års mätningar stöder strukturtestets resultat bortsett från 40-tons-givan av kalkstensmjöl som pekar mot att kalkstensmjölet påverkat strukturen i positiv riktning.

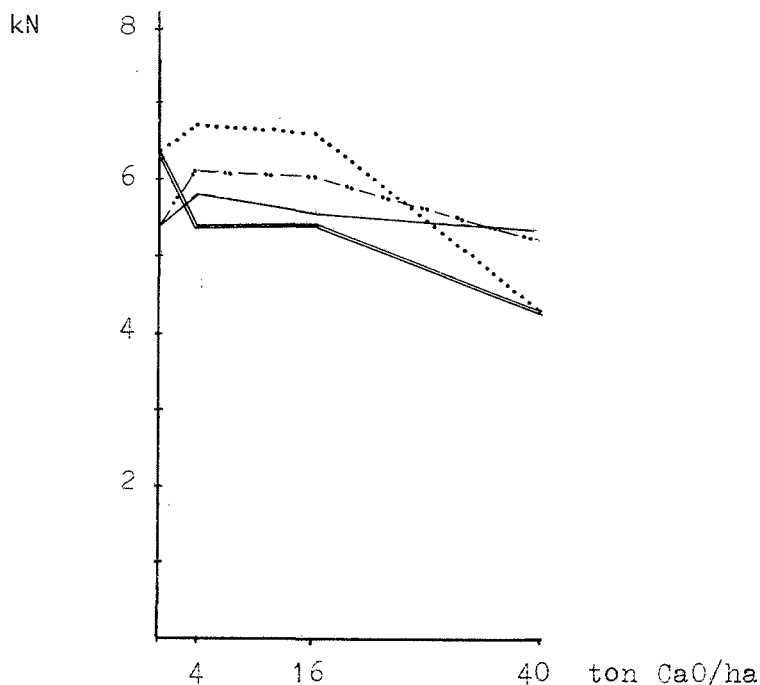


Fig. 6:8 Ingarud. Dragmotståndet som funktion av kalkgivorna i fältförsöket.

| | |
|-----------------------|---------------------|
| 1973 | 1975 |
| —— osläckt kalk | ==== osläckt kalk |
| - - - - kalkstensmjöl | kalkstensmjöl |

Sammanfattning

Matjorden utgöres av måttligt mullhaltig styvare mellanlera och alven av styv lera. pH-värdet i matjorden var 6.4 när försöket anlades.

Detta är en jord, som är mycket hård i torrt tillstånd. Resultaten får då en speciell karaktär vilket innebär små utslag för låga kalktillsatser men med desto större för de högre. I strukturtestet visas mycket stora effekter för osläckt kalk men inga eller negativa för kalkstensmjöl.

För den osläckta kalken verifieras strukturtestets resultat ganska bra av proktorbärigheten och dragmotståndsmätningen. För kalkstensmjölet är kontrollmätningarna genomgående ojämna och svårtolkade. Sammantaget tycks de bekräfta strukturtestets resultat.

Markförhållanden

Matjorden är här en mullrik mycket styv lera och alven en mycket styv lera (fig. 7:2). pH-värdet mätt i vatten på den obehandlade matjorden är 6,4, basutbyteskapaciteten 37 me/100 g och basmättnadsgraden 84 % (fig. 7:3). Tabell 7:1 anger pH-värdena i de olika försöksleden i fältförsöket ett år efter utläggningen.

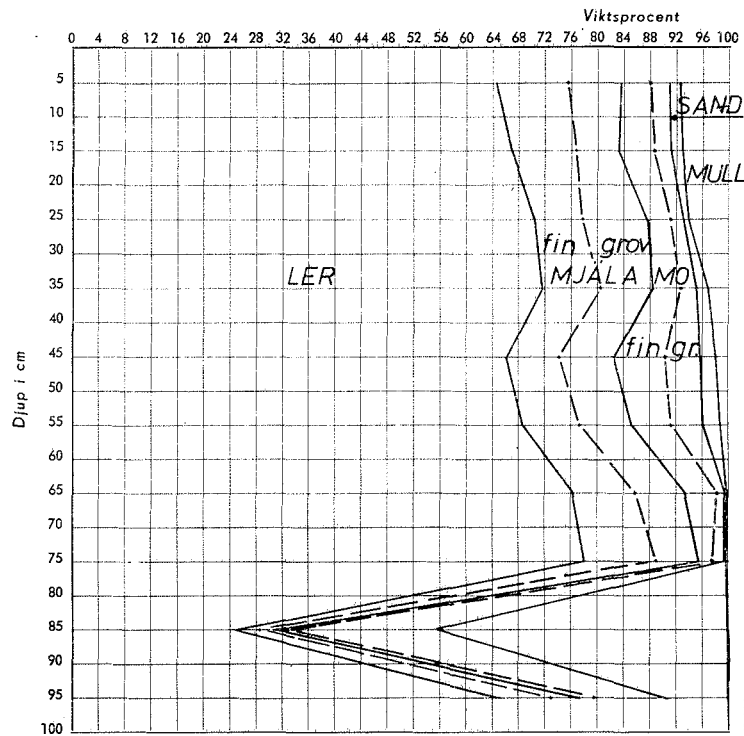


Fig. 7:2 Häradshammar. Kornstorlekssammansättning och mullhalt.

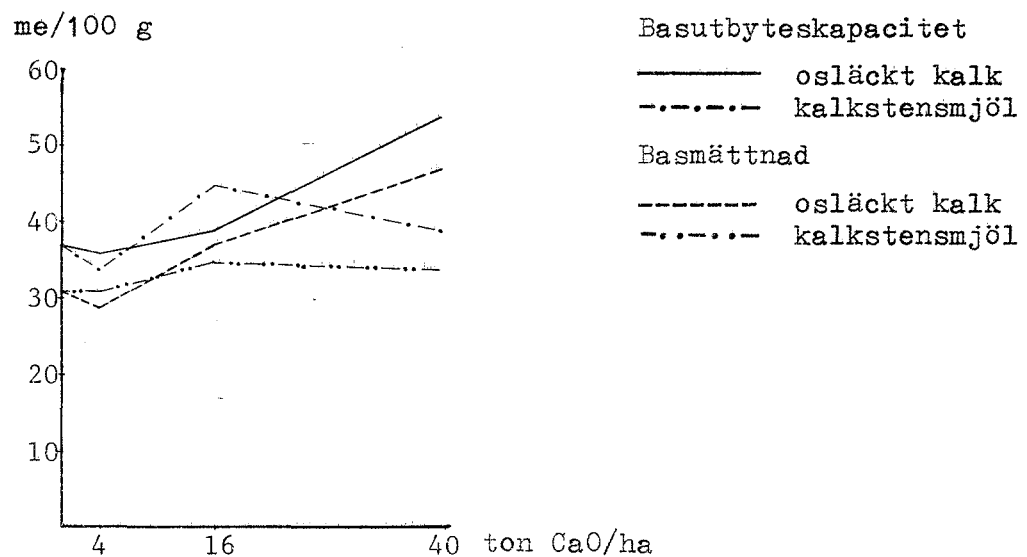


Fig. 7:3 Häradshammar. Basutbyteskapacitet och basmättnad som funktion av kalktillsatsen.

Tabell 7:1 Häradshammar. pH-värden i fältförsöket ett år efter utläggningen.

| Kalkslag | ton CaO/ha | 0 | 4 | 16 | 40 |
|---------------|------------|-----|-----|-----|-----|
| Osläckt kalk | | 6.4 | 6.8 | 7.0 | 7.2 |
| Kalkstensmjöl | | 6.4 | 6.6 | 7.1 | 7.3 |

Strukturtest

Mikroaggregatanalysen visar i strukturtestet, att fyra- och 16-tonsgivan haft liten men entydig effekt, medan större tillsatser av osläckt kalk visat en fördubblad respektive trefalt större aggregatstorlek.

Kalkstensmjölet har givit mycket små utslag.

Uppföljningen av strukturtestet efter ett år har inte genomförts på proven från Häradshammar, varför figur 7:4 B utgår.

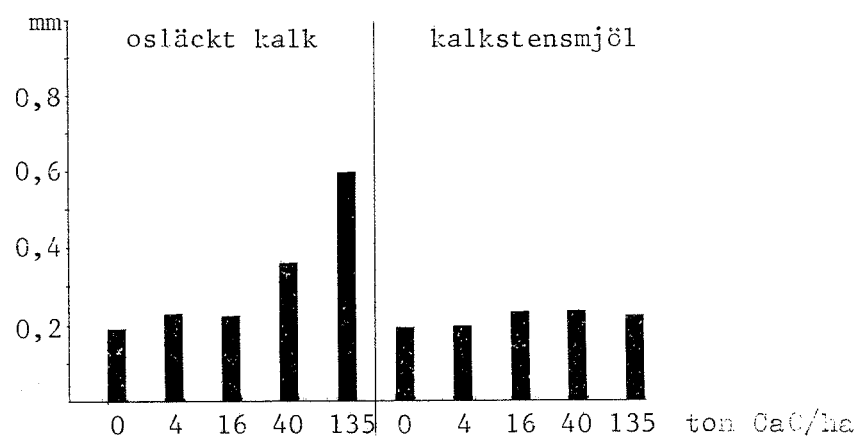


Fig. 7:4 Häradshammar. Mikroaggregatens medelkorndiameter som funktion av kalktillsatsen en vecka efter inblandningen. Jord-kalkblandningen utförd på laboratoriet.

Kontroll av strukturtestets resultat

Strukturtestets resultat kontrolleras genom undersökning av strukturegenskaper hos den laboratorieblandade jorden från försöksfältet och i de olika kalkleden i fältförsöket.

Proktorbärigheten på laboratorieblandad jord i torrt tillstånd

Mätningarna följer samma mönster som strukturtestet för båda kalkslagen. De större givorna osläckt kalk har givit kraftiga sänkningar av jordmotståndet. För den högsta givan är proktometerutslaget bara 15 % av den obehandlade jordens.

Kalkstensmjölet har också haft en klar effekt här. Minskningen av jordmotståndet är dock betydligt mindre än vid kalkning med osläckt kalk (fig. 7:5).

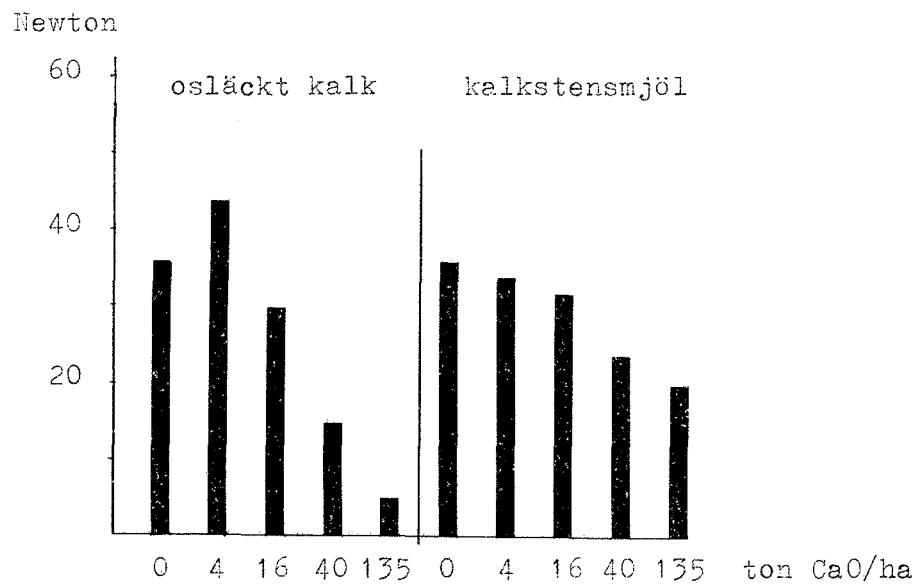


Fig. 7:5 Häradshammar. Proktorbärigheten som funktion av kalktillsatsen. Mätningarna är utförda på torr jord.

Brotthållfastheten på laboratorieblandad jord

Denna mätning visar en direkt spegelbild av strukturtestet för den osläckta kalkens del. Inverkan av kalkstensmjölet tycks vara negativ för den lägsta kalkgivan. Övriga resultat ligger egentligen inom felmarginalerna (fig. 7:6)

Detta överensstämmer väl med strukturtestets resultat.

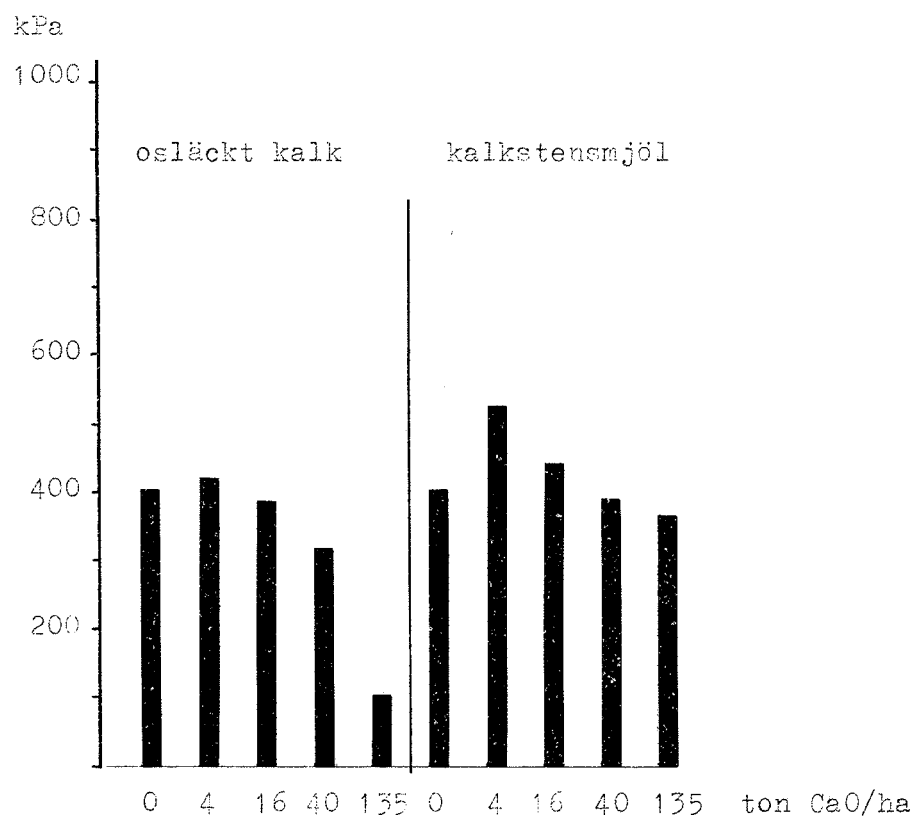


Fig. 7:6 Häradshammar. Brotthållfastheten som funktion av kalktillsatsen.

Mikroaggregatanalys av jord från fältförsökets olika kalkled

Medelkorndiametern ökar mera i fältförsöket för de lägre givorna av osläckt kalk än i strukturtestet, 33 och 90 % ökning för 4 respektive 16 ton CaO/ha. Det extremt höga utslaget i strukturtestet för den högsta kalkgivan återkommer dock inte här.

Resultaten är likartade för de båda kalkslagen på denna försöksplats med den skillnaden att fyratonsgivan av kalkstensmjöl ej visat mätbart utslag och att effekterna av övriga givor är ungefär hälften så stora som av osläckt kalk.

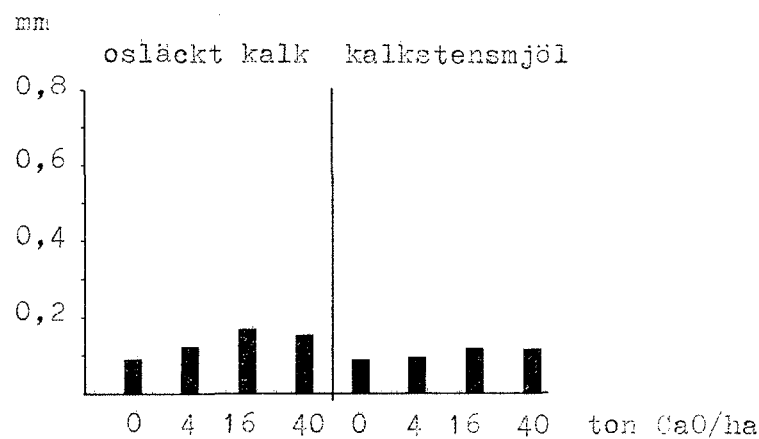


Fig. 7:7 Häradshammar. Mikroaggregatens medelkorndiameter som funktion av kalktillsatsen. Proven är tagna i fältförsöket ett år efter utläggningen.

Dragmotståndet mätt i fältförsöket

Mätningar gjordes första gången två år efter försöksutläggningen. Marken var då ganska blöt, varför de totala utslagen och skillnaderna mellan olika försöksled var mycket små. Vid andra mätningen ett år senare var marken torr. Det visade sig då att dragmotståndet sjönk kontinuerligt för ökade givor av osläckt kalk, som mest en minskning med 40 %. Enligt denna mätning skulle även kalkstensmjölet givit struktureffekter. Diagrammet anger att 4 ton CaO per hektar skulle ha sänkt dragmotståndet med 20 %, medan högre givor inte givit någon ytterligare effekt (fig. 7:8).

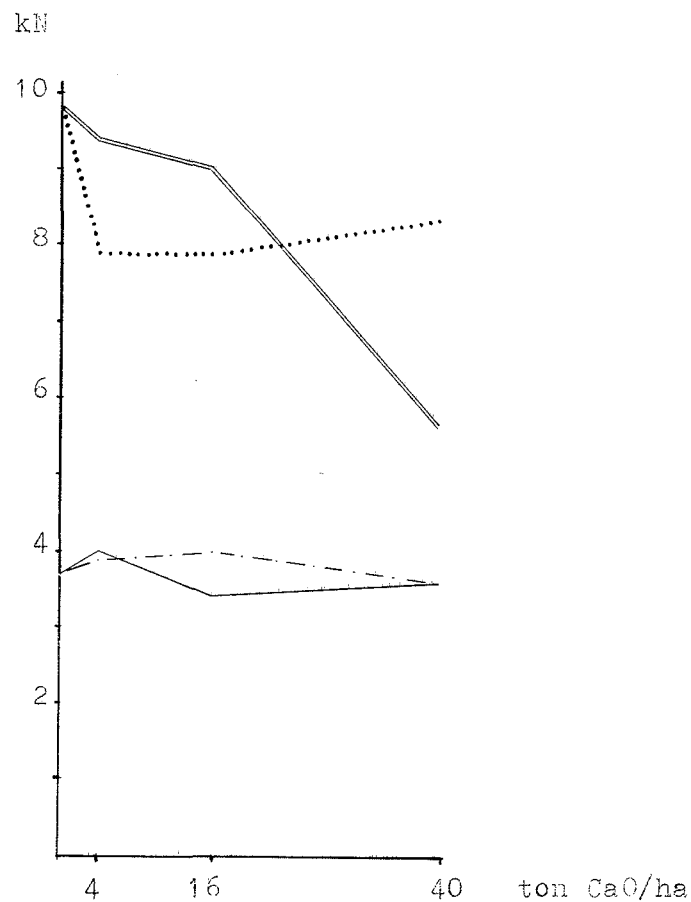


Fig. 7:8 Häradshammar. Dragmotståndet som funktion av kalkgivorna i fältförsöket.



Sammanfattning

Matjorden utgöres av en mullrik mycket styv lera och alven av en mycket styv lera. pH-värdet i matjorden var 6,4 när försöket anlades.

Vid tillsats av osläckt kalk har strukturtestet visat tydliga effekter medan reaktionen för kalkstensmjöl varit mycket liten. Detta resultat styrks i stort sett av kontrollundersökningarna.

8. RUSSELBACKA, JÄRPÅS S:N, SKARABORGS LÄN

Försöksfältet ligger 14 km SV om Lidköping och 4 km NO om Järpås kyrka. 6479200/1337200 utgör lägeskoordinaterna i rikets nät. Utläggningen skedde 1972 efter standardplanen (fig. 8:1).

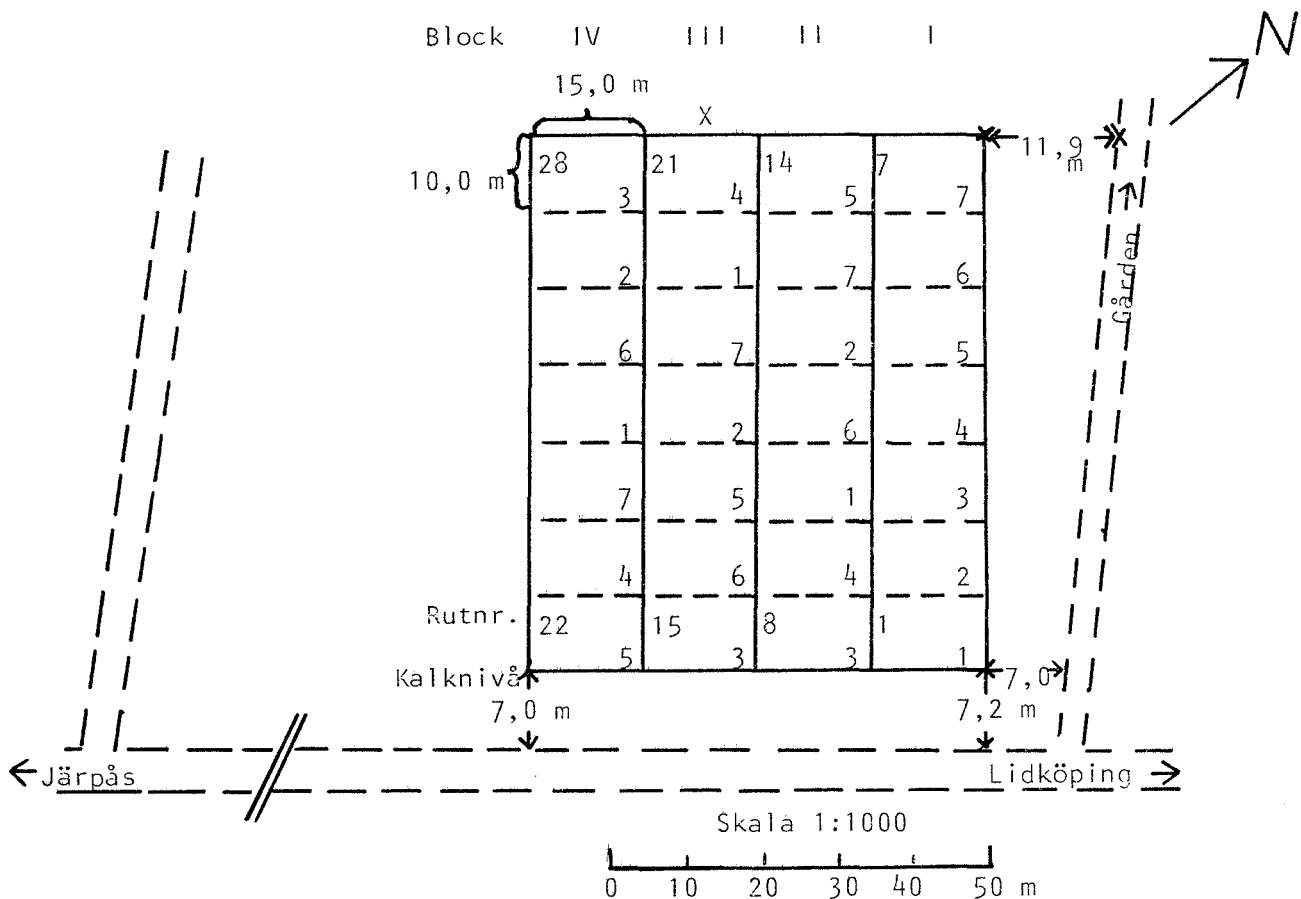


Fig. 8:1 Försöksplan för kalk-markstrukturförsök vid Russelbacka.

Mangan och kväve

- I. Utan mangan låg N-giva
II " " hög "

- III. Med mangan låg N-giva
IV " " " hög N-giva

Kalkstensmjöl:

1. Utan kalk
2. 4 ton CaO/ha
3. 16 " " "
4. 40 " " "

0släckt kalk:

- | | | | |
|----|----|-----|--------|
| 5. | 4 | ton | CaO/ha |
| 6. | 16 | " | " " |
| 7. | 40 | " | " " |

X markerar platsen för markprofil uttagen i november 1974.

Markförhållanden

Matjorden utgöres av något mullhaltig styvare mellanlera och alven av mycket styv lera (fig. 8:2). pH-värdet mätt i vatten på den obehandlade matjorden var 6,8 vid tidpunkten för fältförsökets utläggning. Basutbyteskapaciteten är 16 me/100 g och basmättnadsgraden 81 % i okalkat prov (fig. 8:3). Tabell 8:1 visar pH-värden från fältförsökets olika led ett år efter utläggningen.

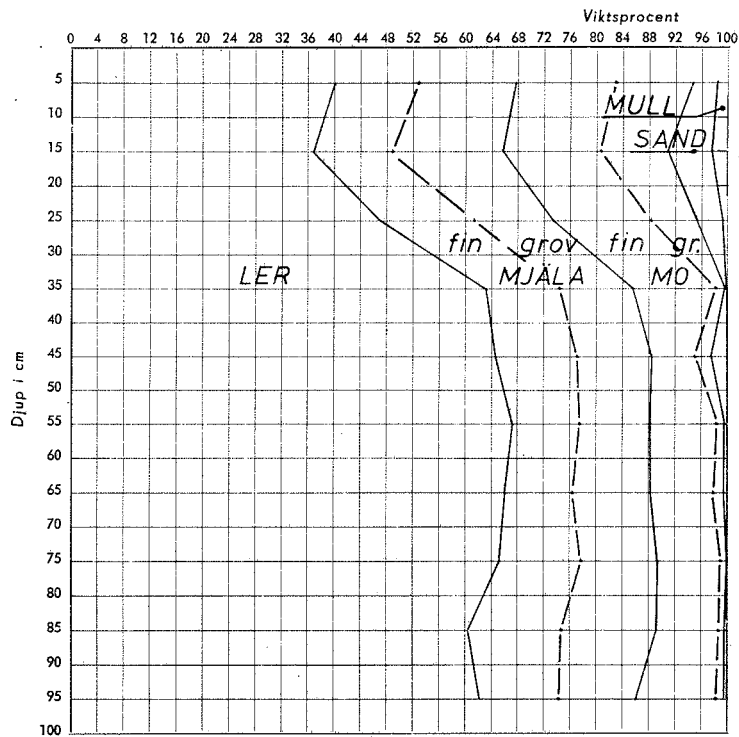


Fig. 8:2 Russelbacka. Kornstorlekssammansättning och mullhalt.

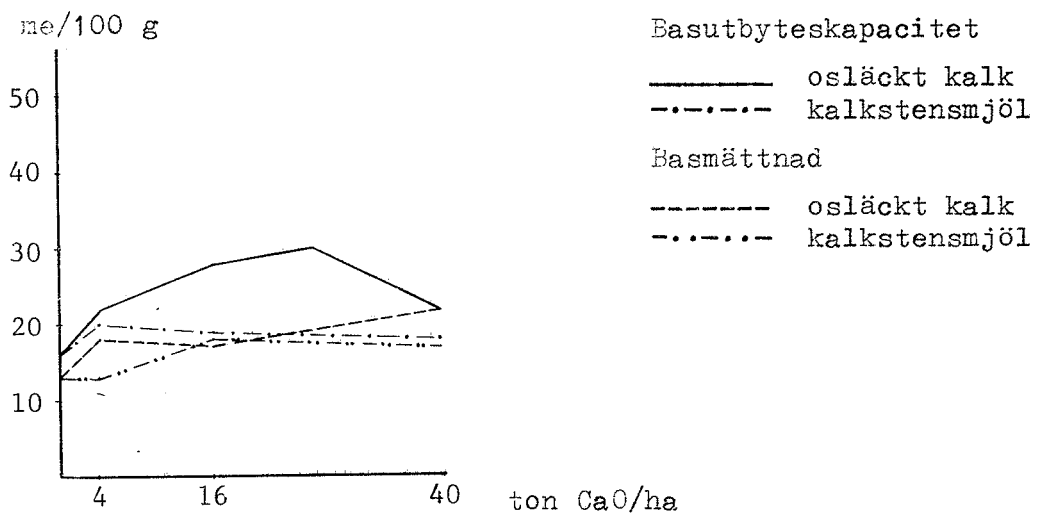


Fig. 8:3 Russelbacka. Basutbyteskapacitet och basmättnad som funktion av kalktillsatsen.

Tabell 8:1 Russelbacka. pH-värden i fältförsöket ett år efter utläggningen.

| Kalkslag | ton CaO/ha | 0 | 4 | 16 | 40 |
|---------------|------------|-----|-----|-----|-----|
| Osläckt kalk | | 6.8 | 7.2 | 7.6 | 7.5 |
| Kalkstensmjöl | | 6.8 | 7.2 | 7.5 | 7.2 |

Strukturtest

Testet visar kraftiga stegringar av aggregatstorlekarna vid inblandning av osläckt kalk - 62 % ökning redan vid lägsta tillsatsen -. Vid förnyad analys ett år senare är utslagen markanta och entydiga. De är dock betydligt lägre än vid första mättillfället.

Den lägsta givan av kalkstensmjöl har givit en ökning av aggregatstorleken med 20 %. Övriga givor ger emellertid inte stöd åt detta resultat, varför man knappast vågar dra några slutsatser av detta test (fig. 8:4).

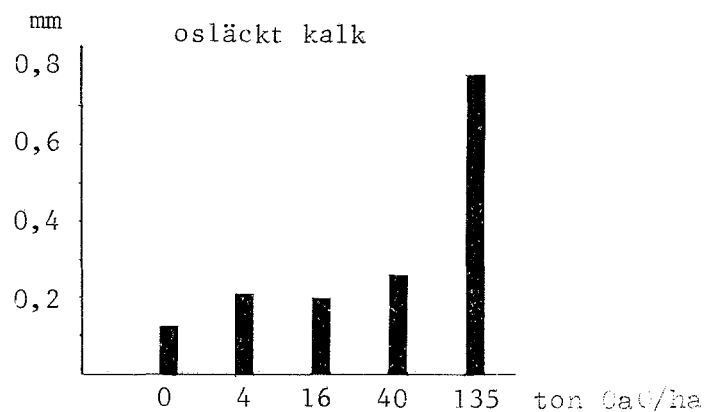


Fig. 8:4 A Russelbacka. Mikroaggregatens medelkorndiameter som funktion av kalktillsatsen en vecka efter inblandningen (strukturtestet). Jordkalkblandningen utförd på laboratoriet.

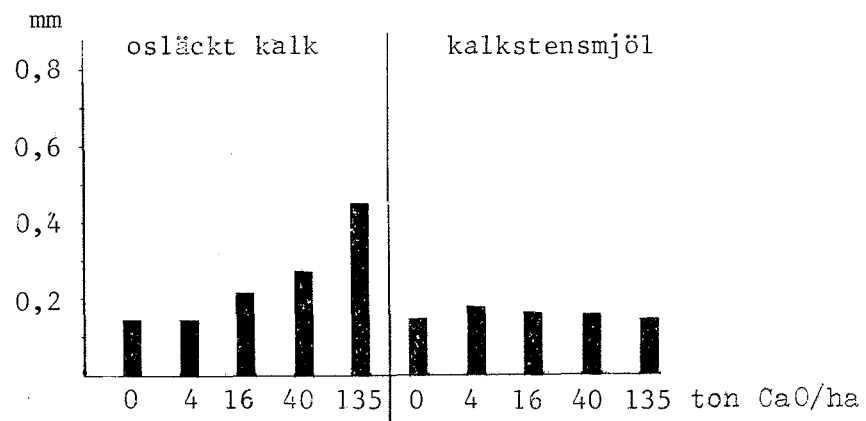


Fig. 8:4 B Russelbacka. Mikroaggregatens medelkorndiameter som funktion av kalktillsatsen ett år efter inblandningen. Jord-kalkblandningen utförd på laboratoriet.

Kontroll av strukturtestets resultat

Strukturtestets resultat kontrolleras genom undersökning av strukturegenskaper hos den laboratorieblandade jorden från försöksfältet och i de olika kalkleden i fältförsöket.

Proktorbärigheten på laboratorieblandad jord i torrt tillstånd

Mätningarna verifierar strukturtestet med sjunkande jordmotstånd för ökad giva av osläckt kalk. Maximalt fås en sänkning med 87 % av värdet för obehandlad jord.

Effekterna av kalkstensmjölet är små och oregelbundna och pekar alltså i samma riktning som strukturtestet (fig. 8:5).

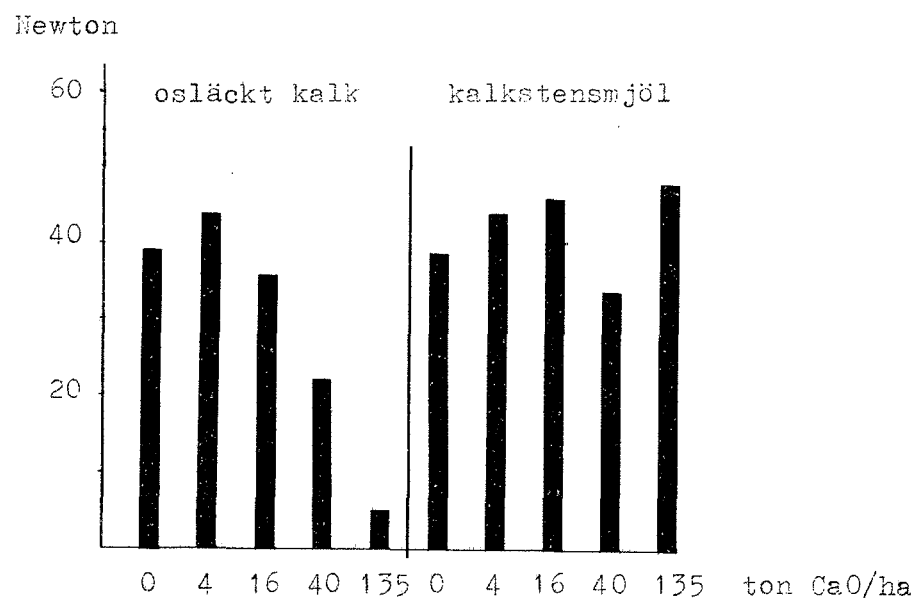


Fig. 8:5 Russelbacka. Proktorbärigheten som funktion av kalktillsatsen. Mätningarna är utförda på torr jord.

Brotthållfastheten på laboratorieblandad jord

Mätningarna i leden med osläckt kalk följer här mönstret från strukturtestet ganska väl. När det gäller kalkstensmjölet finns där inga utslag i strukturtestet och brotthållfasthetsmätningarna är ganska ojämna. En klar positiv effekt finns dock (fig. 8:6).

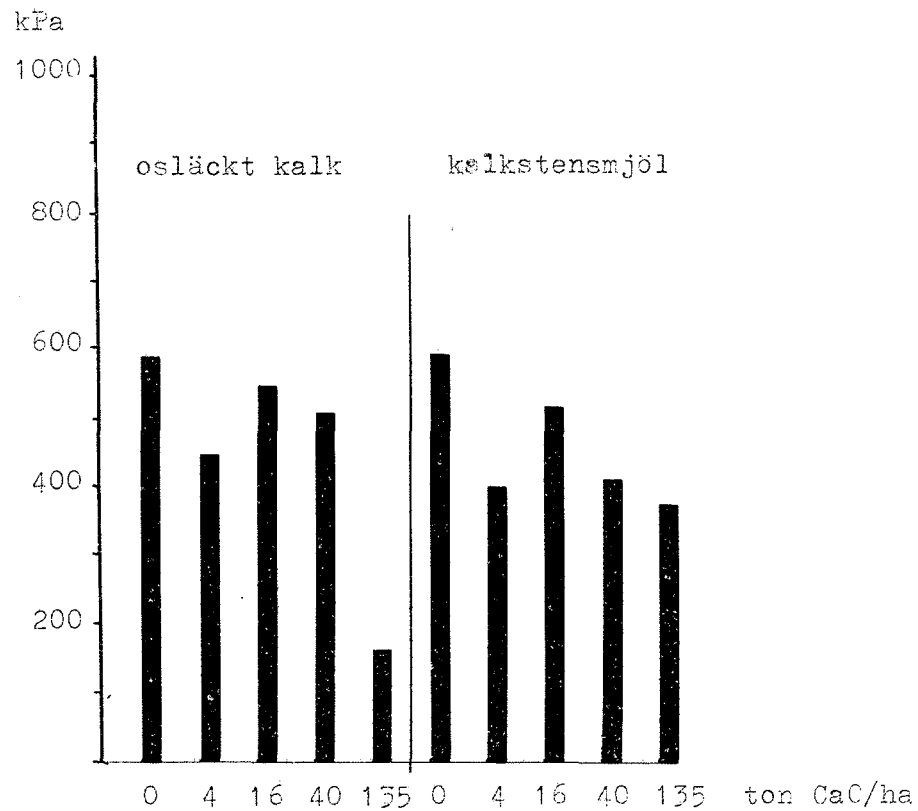


Fig. 8:6 Russelbacka. Brotthållfastheten som funktion av kalktillsatsen.

Mikroaggregatanalys av jord från fältförsökets olika kalkled.

Denna analys har ej utförts (fig. 8:7 utgår).

Dragmotståndet mätt i fältförsöket

Mätningar gjordes 1974 och 1975 d.v.s. två respektive tre år efter utläggningen av fältförsöket. Vid båda tillfällena var det relativt torrt i marken, vilket förklarar de höga värdena för de obehandlade leden. Mätningarna 1974 visar sjunkande värden för ökande kalkgivor. Särskilt gäller detta försöksleden med osläckt kalk, där dragmotståndet minskat till hälften för de båda högsta givorna. Året därpå har den osläckta kalken visat goda resultat, medan effekterna av kalkstensmjöl då är oregelbundna och svårtolkade (fig. 8:8).

Dragmotståndsmätningarna verifierar strukturtestets resultat väl. Årsmånen har stor betydelse för mätvärdenas storlek och variationer inom försöket, varför jämförelser endast bör ske mellan data från samma plats och mättillfälle.

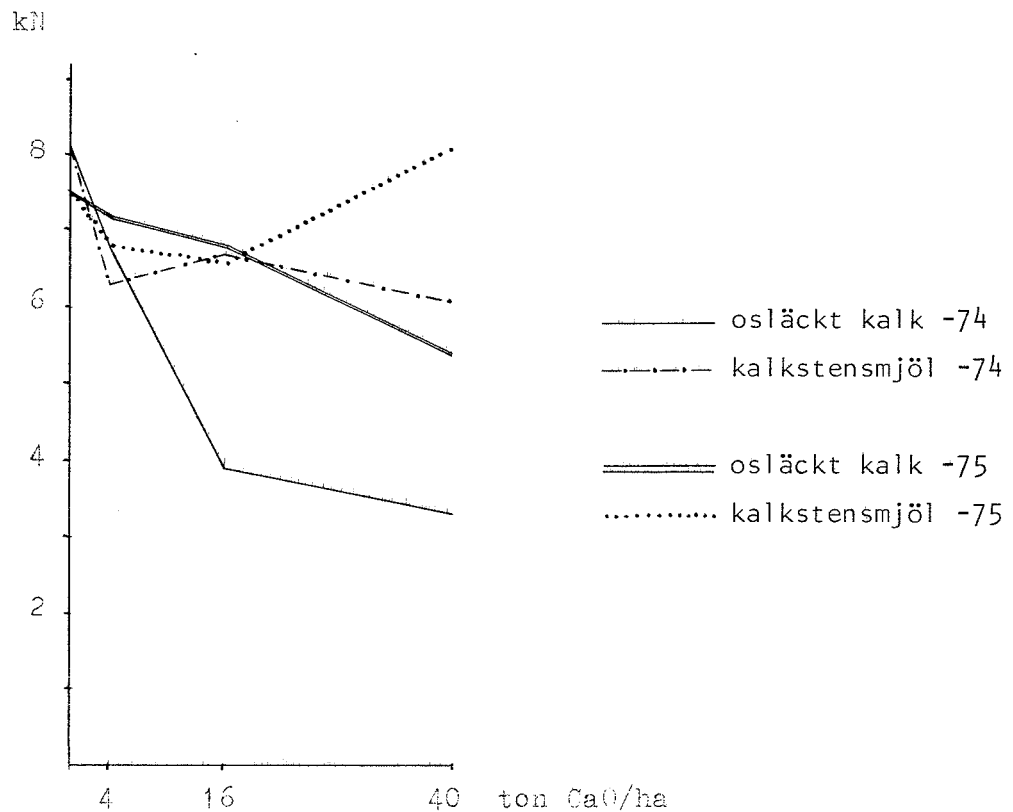


Fig. 8:8 Russelbacka. Dragmotståndet som funktion av kalkgivorna i fältförsöket.

Sammanfattning

Matjorden utgöres av något mullhaltig styvare mellanlera och alven av mycket styv lera. pH-värdet i matjorden var 6,8 när försöket anlades.

Strukturtestet talar här starkt för en kalkning med osläckt kalk, något som bekräftas av de tre kontrollundersökningar som utförts. Kalkstensmjölet däremot har liten eller ingen verkan. Undantag utgör dock brotthållfasthetsmätningen och dragmotståndsmätningarna 1974, där kalkstensmjölet haft en viss effekt.

9. LASSAGÅRD, GETINGE S:N, HALLANDS LÄN

Försöksplatsen är belägen 15 km NV om Halmstad och 2.5 km O om Stehinge kyrka. Lågeskoordinaterna är 6299550/1311350. Försöket lades ut i juli 1972 enligt en modifierad standardplan. Utformningen framgår av fig. 9:1.

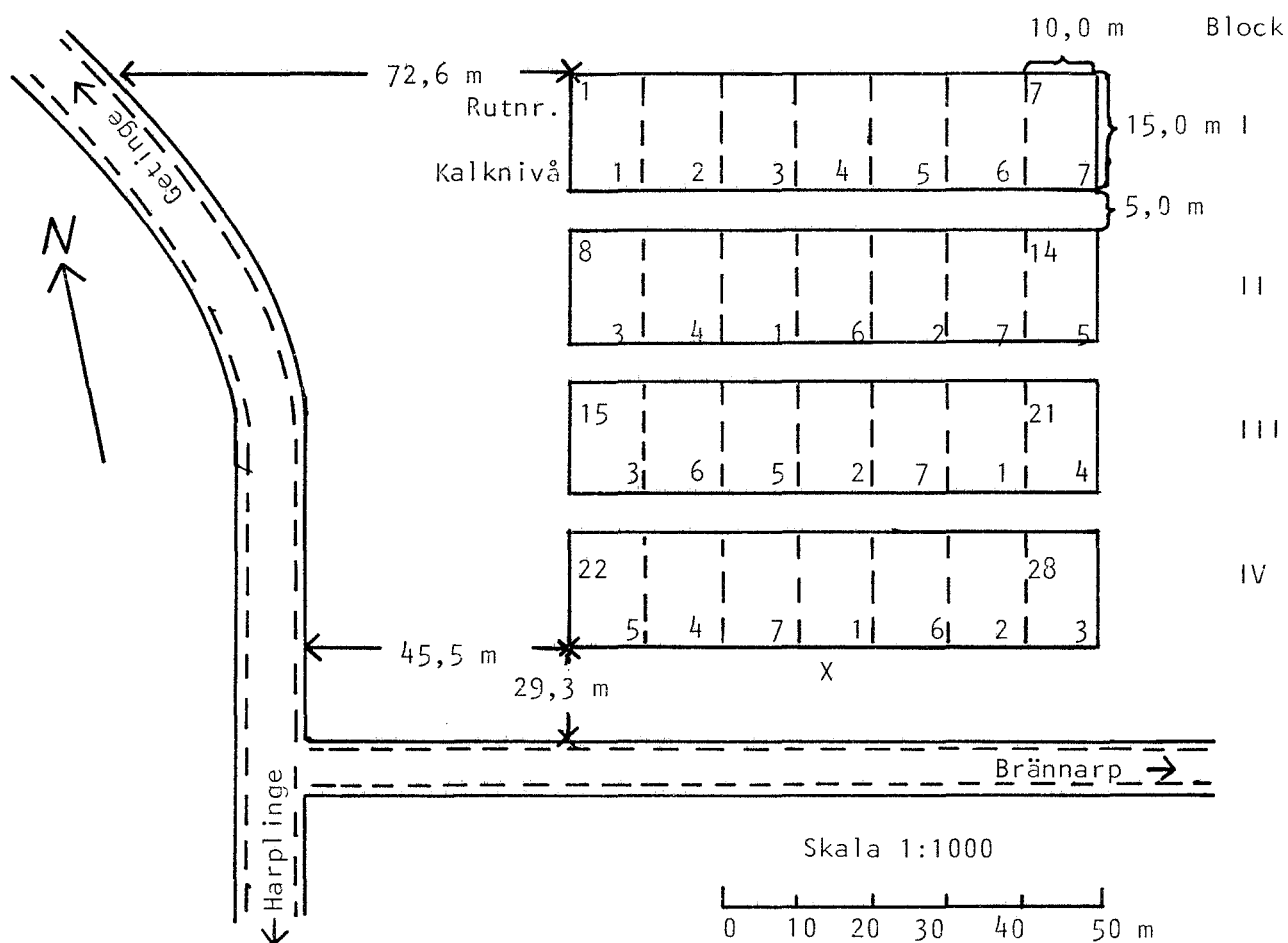


Fig. 9:1 Försöksplan för kalk-markstrukturförsök vid Lassagård.

Mangan och kväve

- I. Utan mangan låg N-giva
- II. " " hög "

- III. Med mangan låg N-giva
- IV. " " hög N-giva

Kalkstensmjöl:

1. Utan kalk
2. 4 ton CaO/ha
3. 16 " " "
4. 40 " " "

Osläckt kalk:

5. 4 ton CaO/ha
6. 16 " " "
7. 40 " " "

X markerar platsen för markprofil uttagen i december 1974.

Markförhållanden

Matjorden utgöres av måttligt mullhaltig styvare mellanlera och alven av en mycket styv lera (fig. 9:2). Den obehandlade matjorden hade pH-värdet 6,8 vid tidpunkten för utläggningen av fältförsöket. Basutbyteskapaciteten är 23 me/100 g och basmättnadsgraden 91 % i okalkad jord (fig. 9:3). Tabell 9:1 visar pH-värden från fältförsökets olika led ett år efter utläggningen.

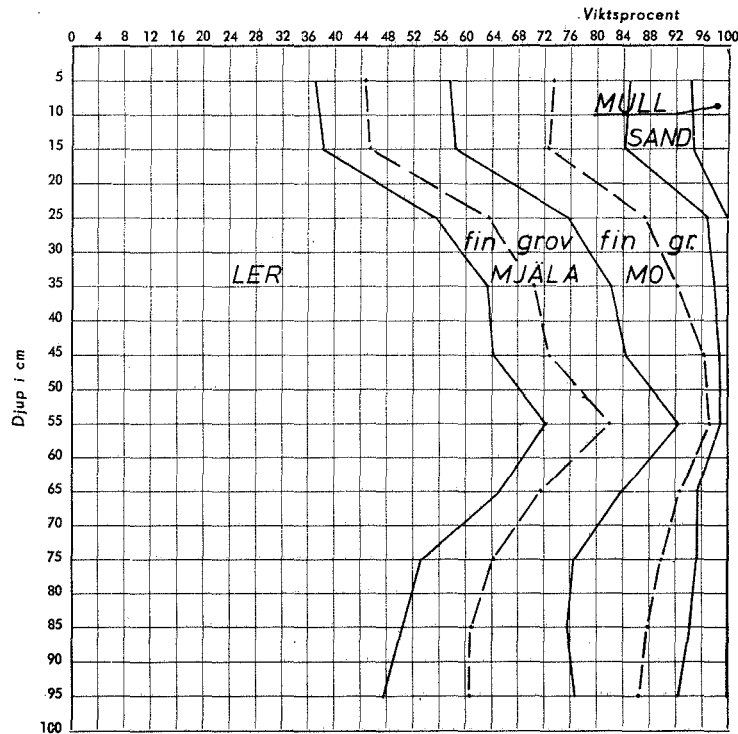


Fig. 9:2 Lassagård. Kornstorlekssammansättning och mullhalt.



Fig. 9:3 Lassagård. Basutbyteskapacitet och basmättnad som funktion av kalktillsatsen.

Tabell 9:1 Lassagård. pH-värden i fältförsöket ett år efter utläggningen.

| Kalkslag | ton CaO/ha | 0 | 4 | 16 | 40 |
|---------------|------------|-----|-----|-----|-----|
| Ösläckt kalk | | 6.8 | 7.1 | 7.4 | 7.6 |
| Kalkstensmjöl | | 6.8 | 6.9 | 7.2 | 7.3 |

Strukturtest

Mikroaggregatanalysen i strukturtestet visar en stegring av medelkorn-diametern med ökade givor av ösläckt kalk. Den högsta tillsatsen har givit mycket stort utslag. Kalkstensmjölet har genomgående minskat storlekarna på mikroaggregaten (fig. 9:4).

Uppföljningen efter ett år har inte utförts.

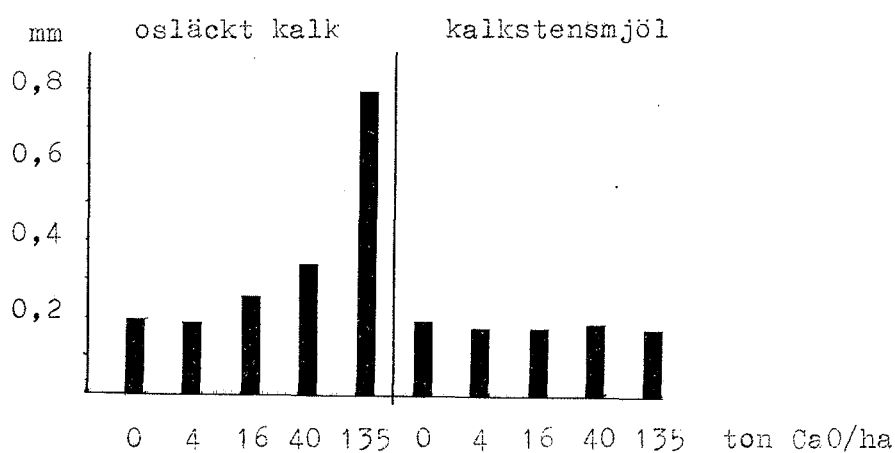


Fig. 9:4 Lassagård. Mikroaggregatens medelkorndiameter som funktion av kalktillsatsen en vecka efter inblandningen (strukturtestet). Jord-kalk-blandningen utförd på laboratoriet.

Kontroll av strukturtestets resultat

Strukturtestets resultat kontrolleras genom undersökning av strukturegenskaper hos den laboratorieblandade jorden från försöksfältet och i de olika kalkleden i fältförsöket.

Proktorbärigheten på laboratorieblandad jord i torrt tillstånd.

Mätvärdena har god överensstämmelse med strukturtestet. För den osläckta kalken sjunker jordmotståndet avsevärt (från 22 till 2 Newton). Kalkstensmjölet har inte givit några säkra effekter (fig. 9:5).

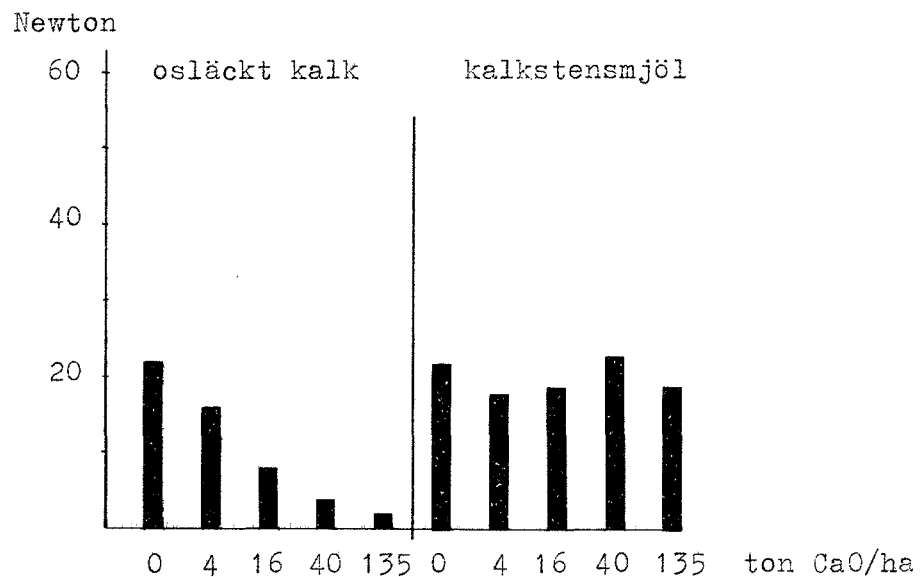


Fig. 9:5 Lassagård. Proktorbärigheten som funktion av kalktillsatsen. Mätningarna är utförda på torr jord.

Brotthållfastheten på laboratorieblandad jord

Proven visar kontinuerligt sjunkande hållfasthet vid ökad inblandning av båda kalkslagen. Som mest reduceras värdena med 90 % för osläckt kalk, vilket överensstämmer väl med strukturtestet.

För kalkstensmjöl är brotthållfasthetsmätningen den enda analys, strukturtestet inberäknat, som har givit positiva resultat (fig. 9:6).

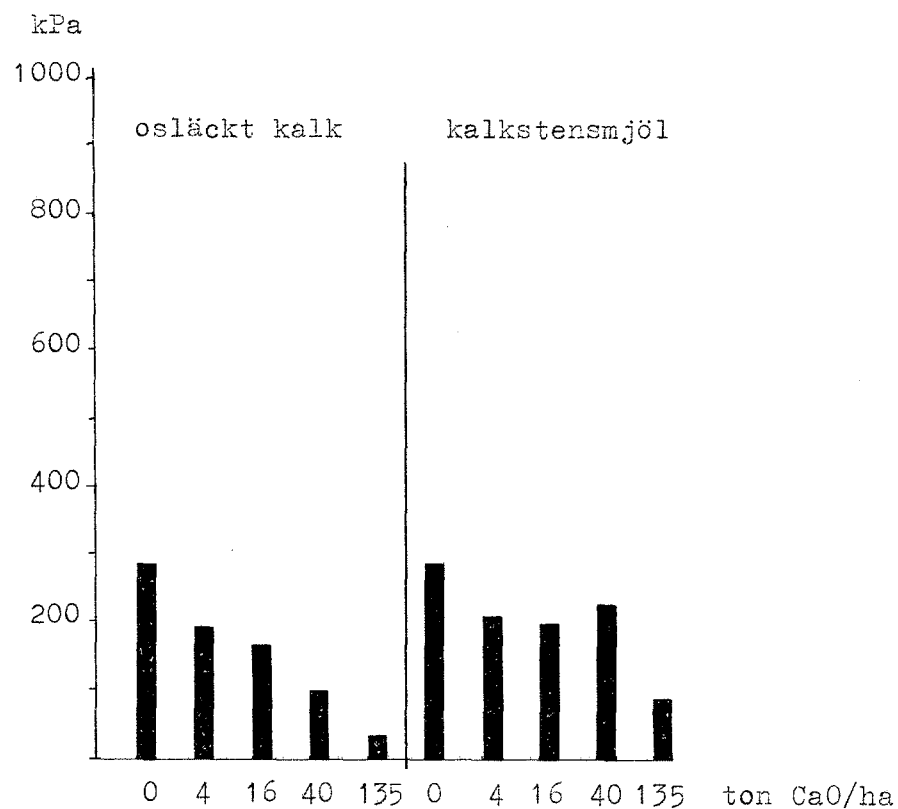


Fig. 9:6 Lassagård. Brotthållfastheten som funktion av kalktillsatsen.

Mikroaggregatanalys av jord från fältförsökets olika kalkled.

I fältförsöket har inga effekter på mikroaggregatstrukturen framkommit vid mätningarna, vare sig av den osläckta kalken eller av kalkstensmjölet. Utslagen i strukturtestet för osläckt kalk kan inte verifieras av denna undersökning (fig. 9:7).

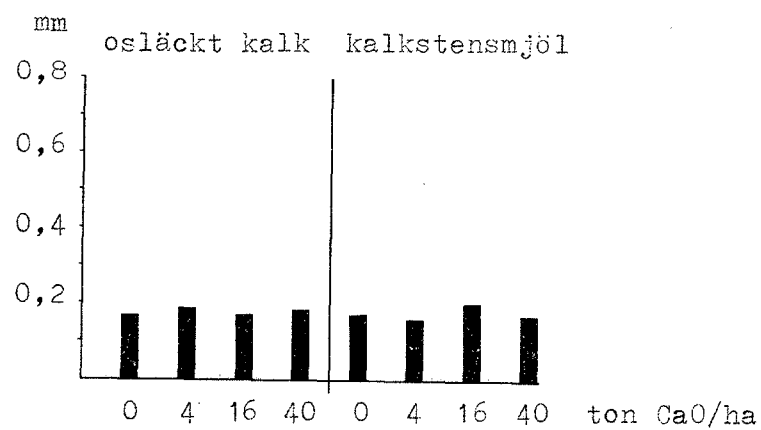


Fig. 9:7 Lassagård. Mikroaggregatens medelkorndiameter som funktion av kalktillsatsen. Proven är tagna i fältförsöket ett år efter utläggningen.

Dragmotståndet mätt i fältförsöket

Som tidigare nämnts är det svårt att hinna göra dragmotståndsmätningar under den korta tid, som står till förfogande mellan skörd och höstplöjning. Därför finns endast resultat från ett år (1975).

Resultaten visar inga signifikanta skillnader mellan olika kalkslag och givor. Dragmotståndsmätningen i fältförsöket visar här en helt annan bild än den som framkommit ur undersökningarna på laboratoriet. Detta förklaras av att det var hög vattenhalt i marken vid dragmotståndsmätningen (fig. 9:8).

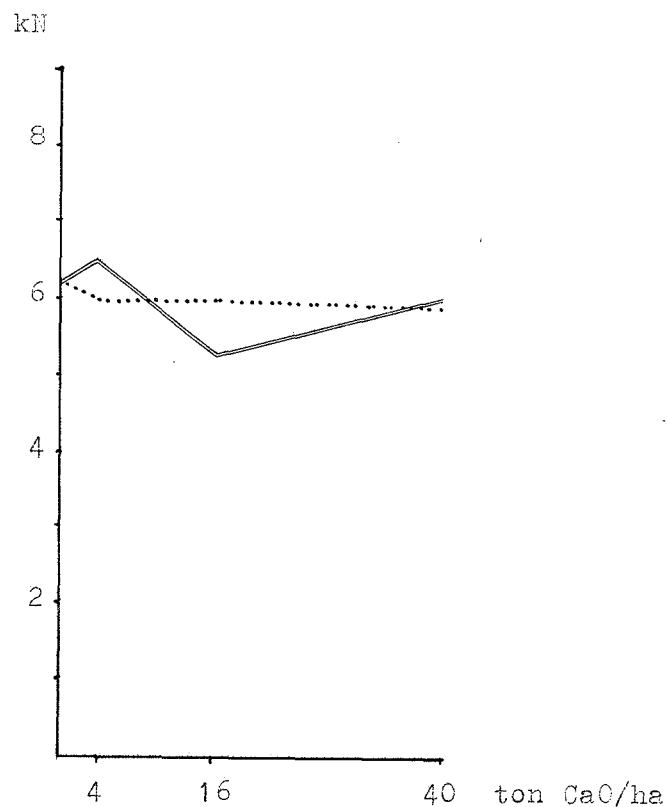


Fig. 9:8 Lassagård. Dragmotståndet som funktion av kalkgivorna i fältförsöket. Mätningarna är utförda 1975.

===== osläckt kalk

..... kalkstensmjöl

Sammanfattning

Matjorden utgöres av en måttligt mullhaltig styvare mellanlera och alven av en styv lera. pH-värdet i matjorden var 6,8 när försöket anlades.

Strukturtestet visar ett klart samband mellan tillsats av osläckt kalk och jordens medelkorndiameter. Resultatet verifieras av övriga mätningar på den laboratorieblandade jorden.

Positiva utslag för strukturförbättring med kalkstensmjöl har endast erhållits i en av undersökningarna, nämligen bröthållfasthetsmätningen.

I fältförsöket har inga struktureffekter kunnat mätas upp för något av kalkslagen.

10. VÄSTRABY, VÄLINGE S:N, MALMÖHUS LÄN

Försöket är beläget 13 km SV om Ängelholm och 3,5 km NV om Kattarps kyrka och har lägeskoordinaterna 6229600/1309550 i rikets nät. Utläggningen skedde i juli 1972 enligt en modifierad standardplan med 9 försöksled i varje block. Två av dessa har behandlats med slamkalk, som är en biprodukt från råsockerfabrikerna och innehåller 20-25 % CaO. Se fig. 10:1

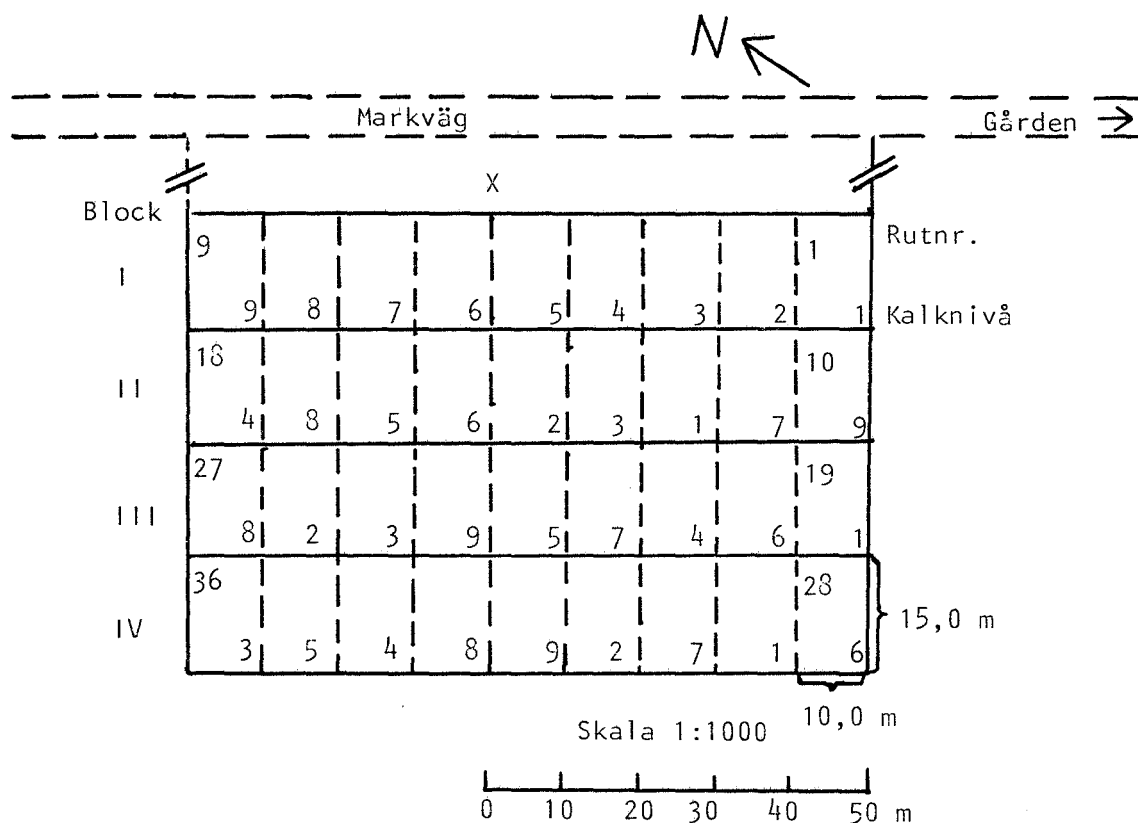


Fig. 10:1 Försöksplan för kalk-markstruktur försök vid Västraby.

Mangan och kväve

- I. Utan mangan låg N-giva
- II. " " hög "
- III. Med mangan låg N-giva
- IV. " " hög N-giva

Osläckt kalk:

5. 4 ton CaO/ha
6. 16 " " "
7. 40 " " "

Kalkstensmjöl:

1. Utan kalk
2. 4 ton CaO/ha
3. 16 " " "
4. 40 " " "

Slamkalk

8. 4 ton CaO/ha
9. 16 " " "

X markerar platsen för markprofil uttagen i december 1974.

Markförhållanden

Matjorden utgöres av måttligt mullhaltig sandlättilera och alven av något mullhaltig mycket styv lera (fig. 10:2). Vid utläggning av fältförsöket var pH-värdet 7,3 i den obehandlade matjorden. Basutbyteskapaciteten var 13 me/100 g jord och basmättnadsgraden var 100 % i den okalkade jorden. Tabell 10:1 anger pH-värden från fältförsökets olika led med undantag för slamkalken ett år efter utläggningen.

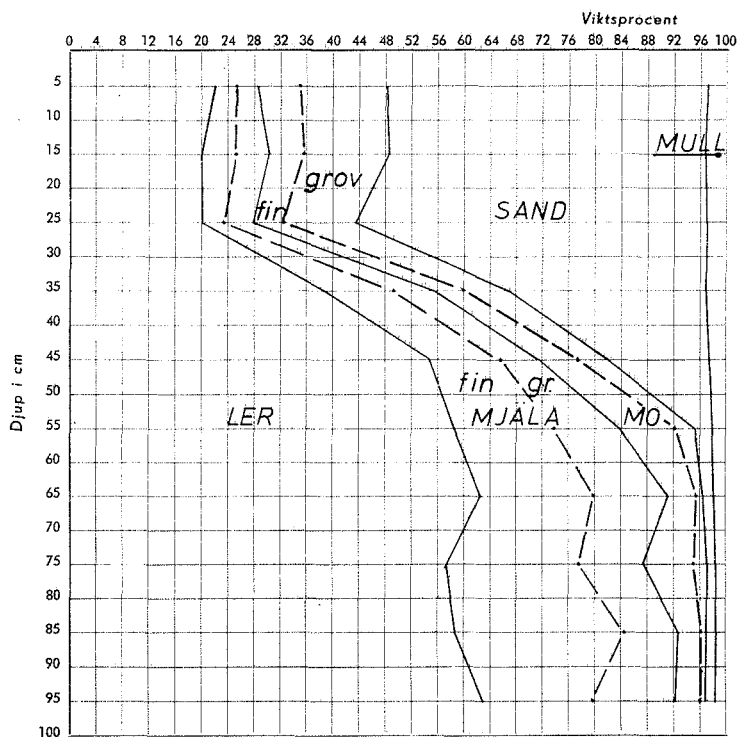


Fig. 10:2 Västraby. Kornstorlekssammansättning och mullhalt.

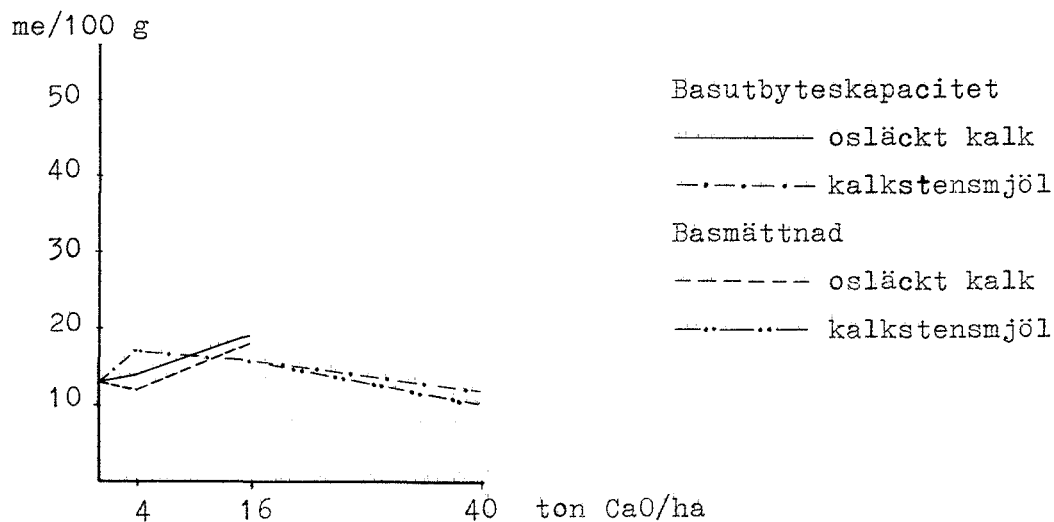


Fig. 10.3 Västraby. Basutbyteskapacitet och basmättnad som funktion av kalktillsatsen.

Tabell 10:1 Västraby. pH-värden i fältförsöket ett år efter utläggningen.

| Kalkslag | ton CaO/ha | 0 | 4 | 16 | 40 |
|---------------|------------|-----|-----|-----|-----|
| Osläckt kalk | | 7.3 | 7.7 | 8.0 | 9.2 |
| Kalkstensmjöl | | 7.3 | 7.5 | 7.6 | 7.6 |

Strukturtest

Mikroaggregatanalysen uppvisar en 75 %-ig ökning av medelkorndiametern vid den högsta tillsatsen av osläckt kalk. Lägre kalkningsnivåer har, i likhet med kalkstensmjölet ingen eller negativ effekt (fig. 10:4). Några stora positiva effekter på aggregatstorleken är inte att vänta på en så lätt jord som denna.

Uppföljningen efter ett år är inte utförd.

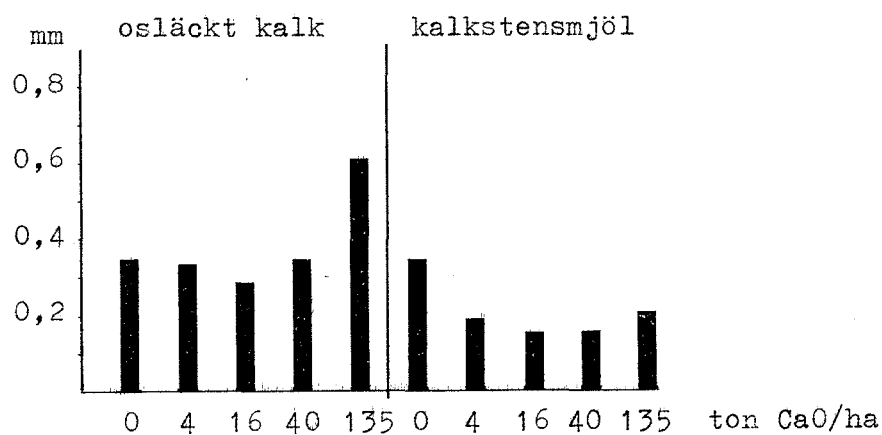


Fig. 10:4 Västraby. Mikroaggregatens medelkorndiameter som funktion av kalktillsatsen en vecka efter inblandningen (strukturtestet). Jord-kalk-blandningen utförd på laboratoriet.

Kontroll av strukturtestets resultat

Strukturtestets resultat kontrolleras genom undersökning av strukturegenskaper hos den laboratorieblandade jorden från försöksfältet och i de olika kalkleden i fältförsöket.

Proktorbärigheten på laboratorieblandad jord i torrt tillstånd.

Mätningarna visar att jordmotståndet sjunker kontinuerligt med stigande givor av osläckt kalk. Vid de högsta tillsatserna blir motståndet så lågt som 20 % av det ursprungliga värdet. Dessa effekter saknar motsvarighet i strukturtestet.

Kalkstensmjölet har här, liksom i studierna av medelkorndiametern, inte haft någon effekt (fig. 10:5).

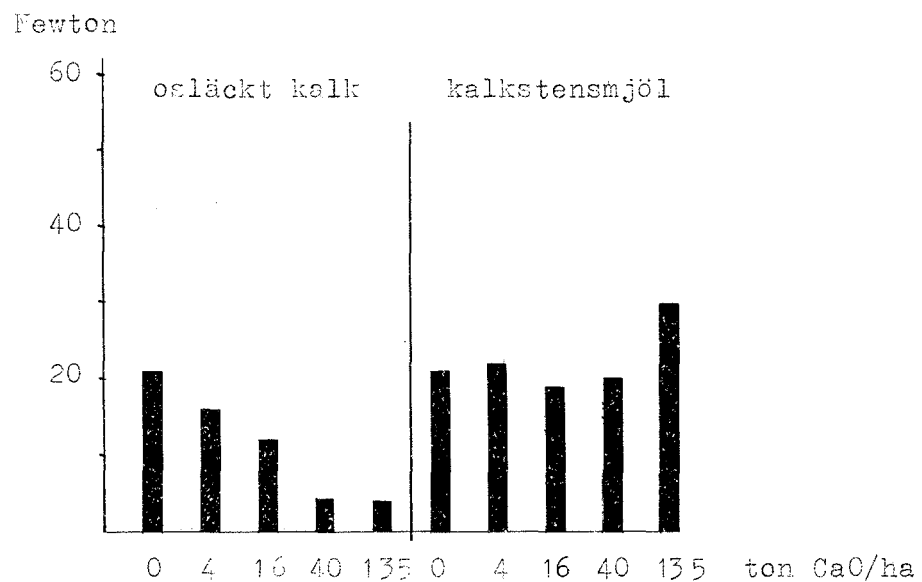


Fig. 10:5 Västraby. Proktorbärigheten som funktion av kalktillsatsen. Mätningarna är utförda på torr jord.

Brotthållfastheten på laboratorieblandad jord

Västrabyjorden visar genomgående upp mycket låga värden på brotthållfastheten, men tendensen att en ökad inblandning av osläckt kalk medför sjunkande värden är entydig. Kalkstensmjölet har inte haft någon inverkan, vilket stämmer med strukturtestet, (fig. 10:6).

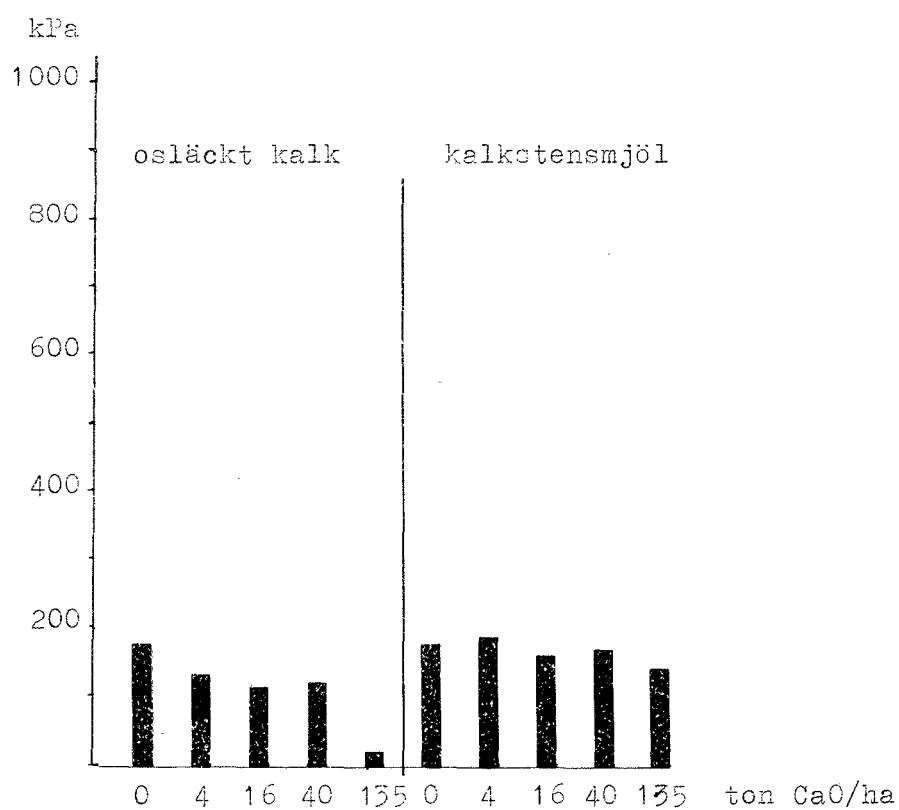


Fig. 10:6 Västraby. Brotthållfastheten som funktion av kalktillsatsen.

Mikroaggregatanalys av jord från fältförsökets olika kalkled

I fältförsöket kan man inte notera någon effekt av kalkningen på mikroaggregatstorlekarna. Strukturtestet visade bara utslag för 135-tonsgivan av osläckt kalk, varför man kan påstå att mätresultaten stöder varandra. De uteblivna effekterna beror sannolikt på jordens låga lerhalt (fig. 10:7).

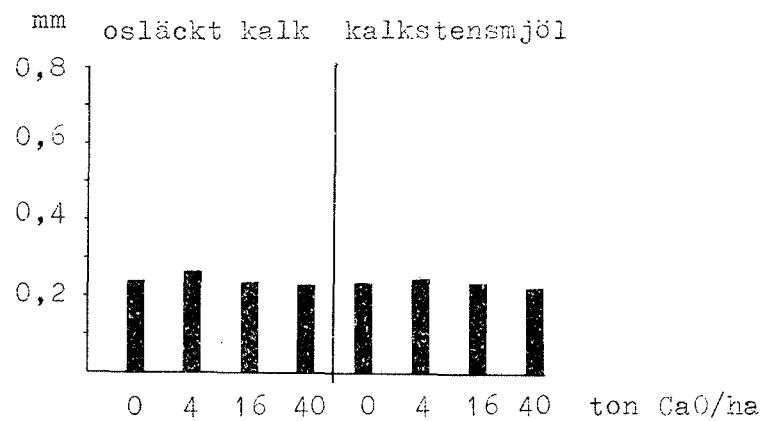


Fig. 10:7 Västraby. Mikroaggregatens medelkorndiameter som funktion av kalktillsatsen. Proven är tagna i fältförsöket ett år efter utläggningen.

Dragmotståndet mätt i fältförsöket

Mätningarna gjordes två respektive tre år efter utläggningen av fältförsöket. Att mätvärdena genomgående är låga, beror på att det är en lätt jord. För 1974 års mätning kan man notera en mycket liten, men entydig minskning, av motståndet i försöksleden med osläckt kalk. Övriga utslag ligger inom felmarginalerna (fig. 10:8).

Tendensen är alltså densamma som i strukturtestet med små eller uteblivna effekter av båda kalkningsmedlen.

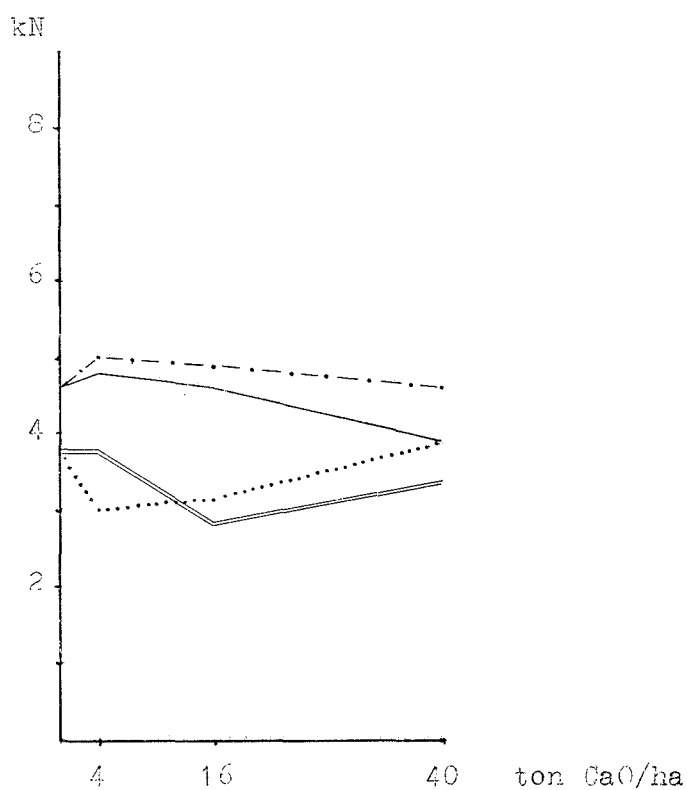


Fig. 10:8 Västraby. Dragmotståndet som funktion av kalkgivorna i fältförsöket.



Sammanfattning

Matjorden utgöres av måttligt mullhaltig sandlättlera och alven av något mullhaltig styv lera. pH-värdet i matjorden var 7.3 när försöket anlades.

I strukturtestet har den osläckta kalken i stort sett bara givit utslag vid de största tillsatserna. Kalkstensmjölet har inte visat mätbara positiva effekter vid något tillfälle. Kontrollmätningarna stöder strukturtestets resultat. Med ledning av detta resultat kan man säga, att det inte finns anledning att strukturkalka denna jord.

11. JORDBERGA, KÄLLSTORPS S:N, MALMÖHUS LÄN

Försöksplatsen ligger 16 km O om Trelleborg och 1,3 km N om Källstorps kyrka. Lägeskoordinaterna i rikets nät är 6144850/1348250. Försöket är utlagt i nov. 1971 enligt en modifierad standardplan (fig. 11:1).

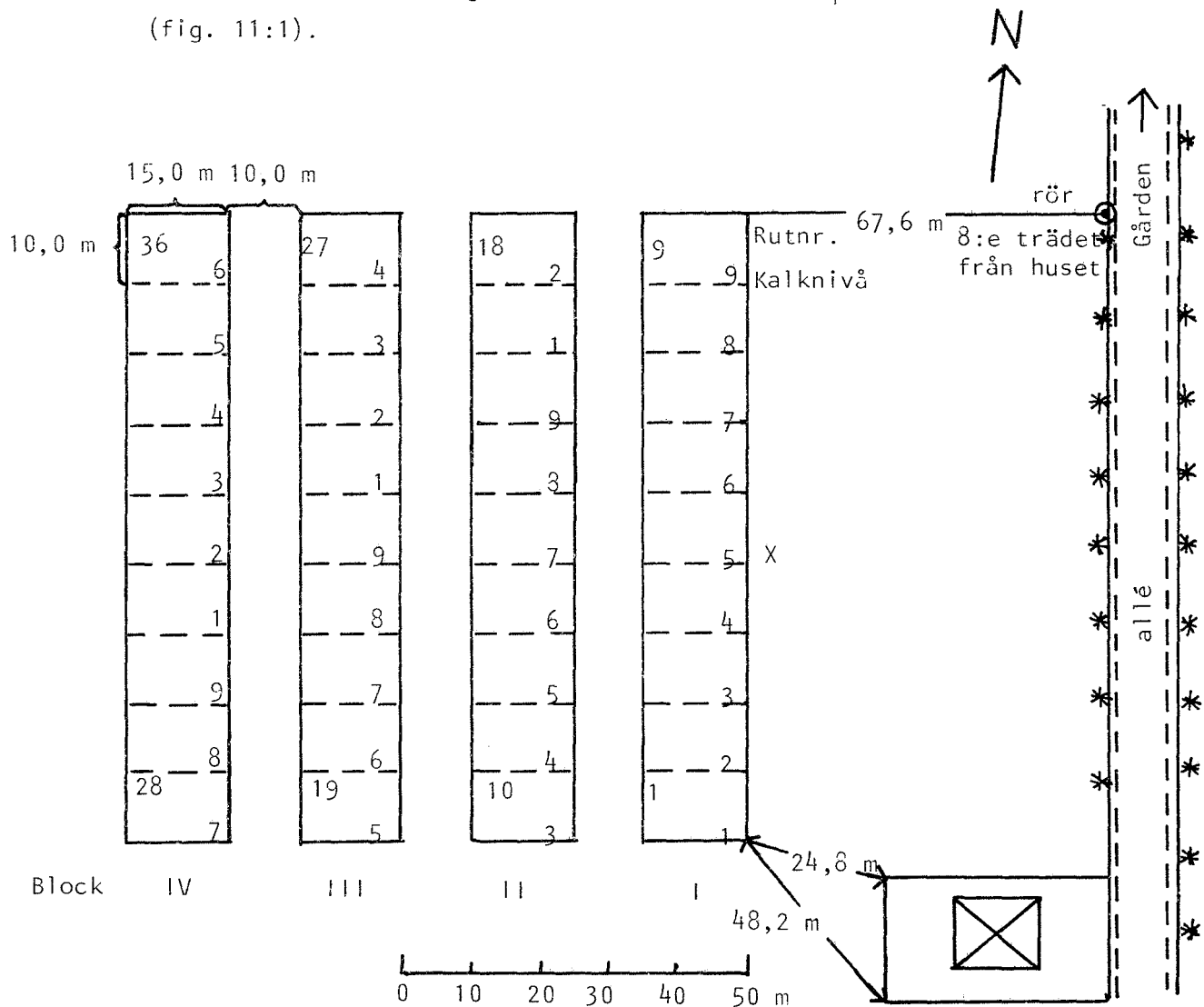


Fig. 11:1 Försöksplan för kalk-markstrukturförsök vid Jordberga.

Mangan och kväve

I. Utan mangan låg N-giva
II. " " hög "

III. Med mangan låg N-giva
IV. " " hög N-giva

Kalkstensmjöl:

1. Utan kalk
2. 4 ton CaO/ha
3. 16 " " "
4. 40 " " "

Osläckt kalk:

5. 4 ton CaO/ha
6. 16 " " "
7. 40 " " "

Slamkalk:

8. 4 ton CaO/ha
9. 16 " " "

X markerar platsen för markprofil uttagen i december 1974.

Markförhållanden

Matjorden utgörs av måttligt mullhaltig sandig molättlera och alven av något mullhaltig lättare mellanlera (fig. 11:2). För den obehandlade matjorden gäller, att pH-värdet är 7,2, basutbyteskapaciteten är 12 me/100 g jord och basmättnadsgraden 50 % (fig. 11:3). Tabell 11:1 anger pH-värdena i fältförsökets olika led ett år efter utläggningen.

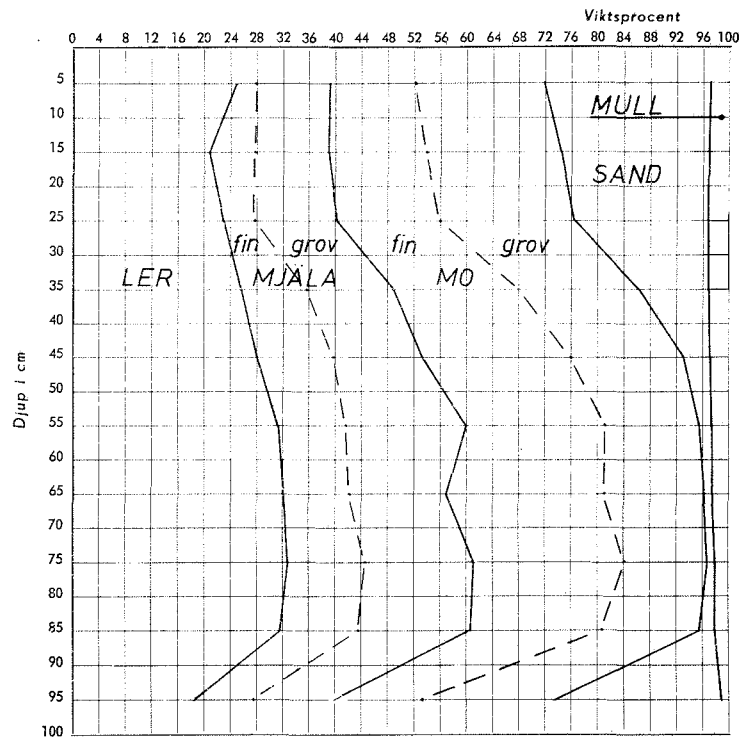


Fig. 11:2 Jordberga. Kornstorlekssammansättning och mullhalt.

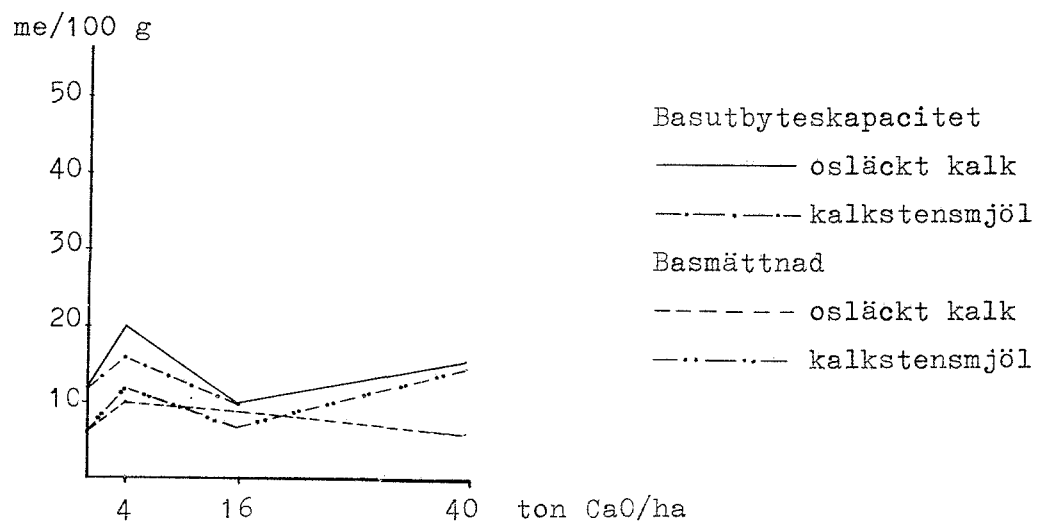


Fig. 11:3 Jordberga. Basutbyteskapacitet och basmättnad som funktion av kalktillsatsen.

Tabell 11:1 Jordberga. pH-värden i fältförsöket ett år efter utläggningen.

| Kalkslag | ton CaO/ha | 0 | 4 | 16 | 40 |
|---------------|------------|-----|-----|-----|-----|
| Osläckt kalk | | 7,2 | 7,6 | 7,8 | 8,9 |
| Kalkstensmjöl | | 7,2 | 7,2 | 7,5 | 7,7 |

Strukturtest

Den enda kalkgiva, som visar några påtagliga resultat är tillsatsen av 5 % CaO i form av osläckt kalk, där medelkorndiametern ökat med närmare 90 %. Redan vid de lägsta kalkgivorna minskar emellertid provens smetighet, påtagligt, vilket man känner med fingrarna vid blandningen av proven. Blandningarna med kalkstensmjöl visar inga mätbara öknings av medelkorndiametern och heller inte minskad smetighet. Det kan påpekas att mikroaggregaten är ovanligt stora redan i den obehandlade jorden.

Denna analys är utförd ett år efter inblandningen av kalk och bör närmast jämföras med motsvarande delar av strukturtestet för de tidigare beskrivna försöksplatserna.

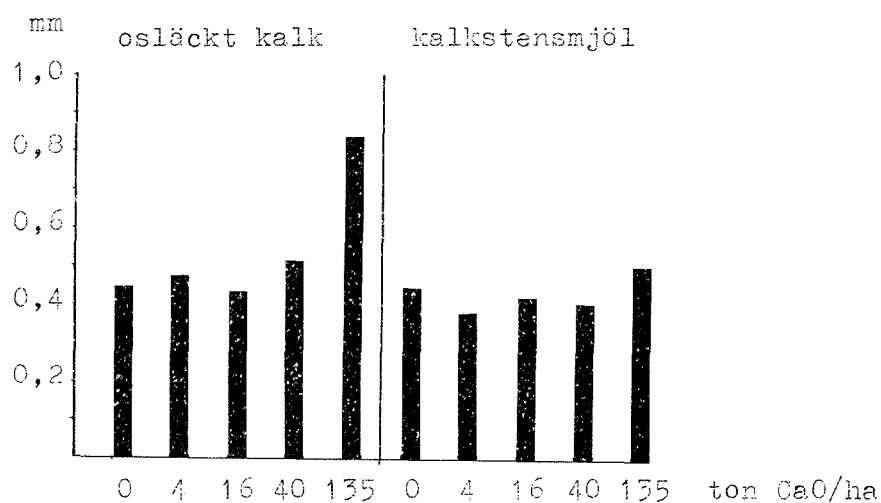


Fig. 11:4 Jordberga. Mikroaggregatens medelkorndiameter som funktion av kalktillsatsen ett år efter inblandningen. Jord-kalkblandningen utförd på laboratoriet.

Kontroll av strukturtestets resultat

Strukturtestets resultat kontrolleras genom undersökning av strukturegenskaper hos den laboratorieblandade jorden från försöksfältet och i de olika kalkleden i fältförsöket.

Proktorbärigheten på laboratorieblandad jord i torrt tillstånd.

Jordmotståndet sjunker markant efter tillsats av osläckt kalk, omkring 40 % för de båda lägsta givorna och över 90 % för de högre. Kalkstensmjölet uppvisar ett ojämnt resultat med större effekt av 4-tonsgivan än av 135-tonsgivan.

Man har här fått de resultat man kan vänta sig för en jord, som har stora mikroaggregat i obehandlat skick. Jordmotståndet påverkas mera än aggregatstorlekarna av kalktillsatserna (fig. 11:5).

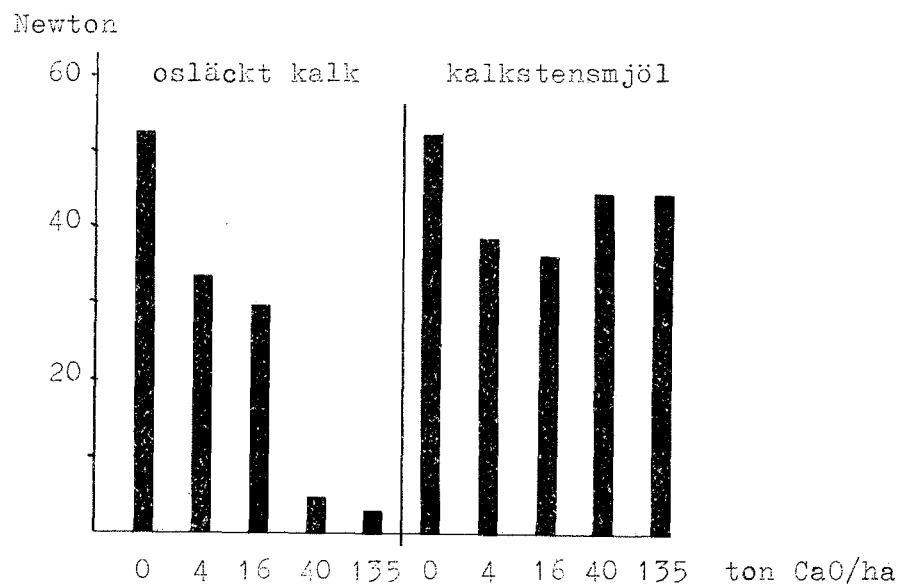


Fig. 11:5 Jordberga. Proktorbärigheten som funktion av kalktillsatsen. Mätningarna är utförda på torr jord.

Brotthållfastheten på laboratorieblandad jord

En relativt lätt jord med stora mikroaggregat, som denna, visar i regel upp mycket låga brotthållfasthetsvärden. Endast den högsta givan av osläckt kalk har givit positivt utslag i mätningen och där är effekten till och med mycket kraftig (fig. 11:6). Korrelationen mellan strukturtestet och brotthållfastheten är mycket god för båda kalkslagen.

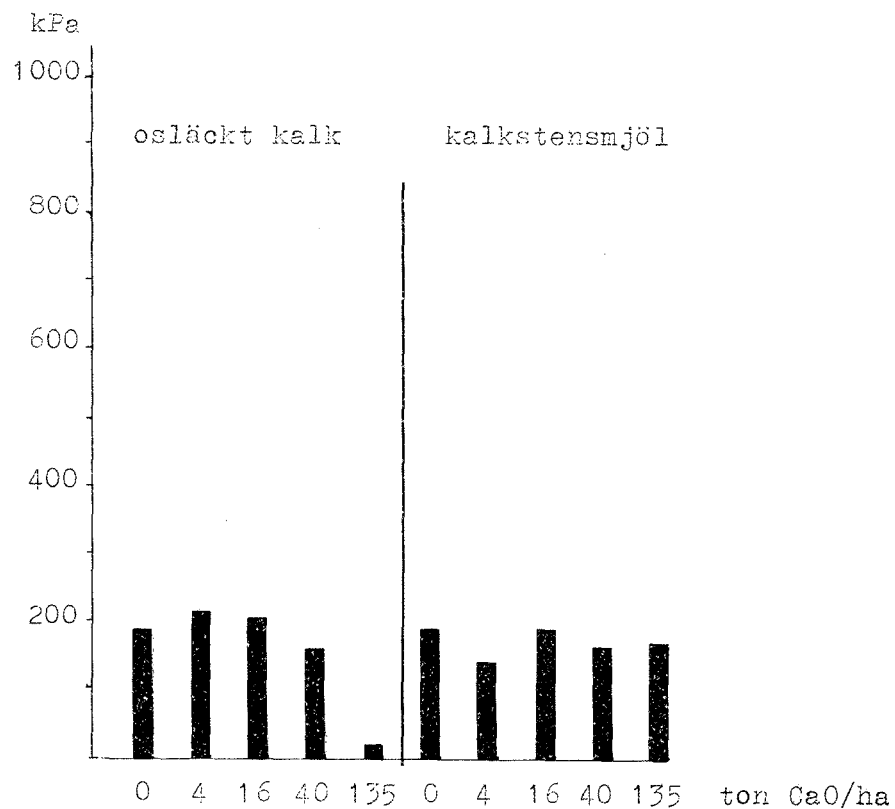


Fig. 11:6 Jordberga. Brotthållfastheten som funktion av kalktillsatsen.

Mikroaggregatanalys av jord från fältförsökets olika kalkled

I detta fältförsök har två provtagningar gjorts för mikroaggregatanalys. Den första är gjord ett halvår och den andra ett och ett halvt år efter försöksutläggningen. Detta beror på, att försöket lades ut i november och att provtagning var olämplig vid denna årstid av flera skäl.

Några effekter på medelkorndiametern har inte kunnat mätas upp vid något tillfälle. Detta överensstämmer med strukturtestet, eftersom man där fick utslag endast för den högsta givna osläckt kalk, som ju inte finns med i fältförsöket (fig. 11:7).

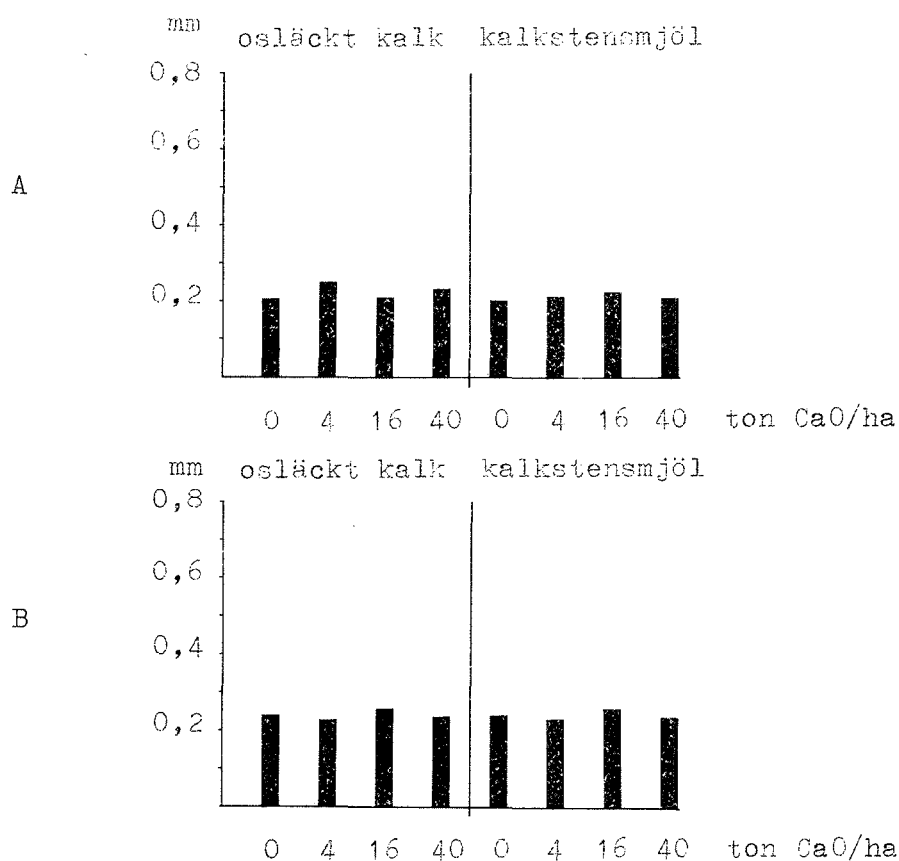


Fig. 11:7 Jordberga. Mikroaggregatens medelkorndiameter som funktion av kalktillsatsen. Proven är tagna i fältförsöket.

A: 6 månader efter utläggningen.

B: 18 " " "

Dragmotståndet mätt i fältförsöket

Dragmotståndsmätning har endast utförts 1976 d.v.s. fyra år efter utläggningen av fältförsöket. Mätbilen måste arbeta på relativt stort djup på denna typ av jord. Detta förklarar de genomgående höga värdena. Skillnaderna mellan försöksleden är små.

Överensstämmelsen med strukturtestet är relativt god för dessa mätningar.

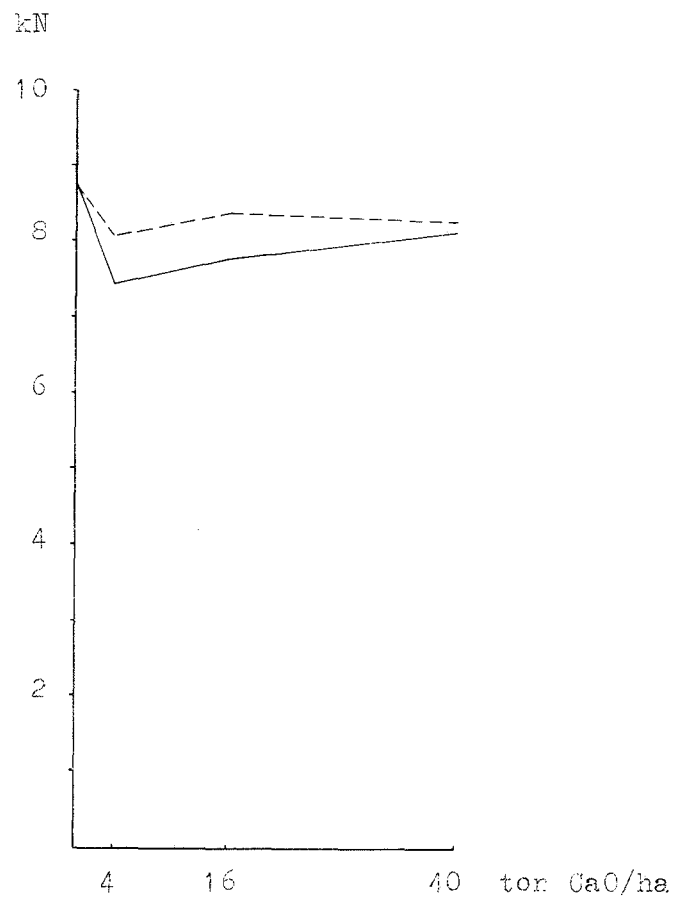


Fig. 11:8 Jordberga. Dragmotståndet som funktion av kalkgivorna i försöket. Mätningarna är utförda 1976.

———— osläckt kalk

----- kalkstensmjöl

Sammanfattning

Matjorden utgöres av måttligt mullhaltig sandig molättlera och alven av något mullhaltig lättare mellanlera. pH-värdet i matjorden var 7.2 när försöket anlades.

Den enda kalkgivan, som visar påtagliga resultat i strukturtestet är tillsatsen av 5 % CaO i form av osläckt kalk. En förklaring till detta kan vara att jorden har ovanligt stora mikroaggregat även i okalkat skick.

Undersökningen av jordmotståndet med proktometer visar positiva utslag även för mindre tillsatser av osläckt kalk, vilket inte stämmer med strukturtestet. I övrigt verifierar kontrollmätningarna i stort sett strukturtestets resultat.

12. RÅBELÖV, FJÄLKESTADS S:N, KRISTIANSTADS LÄN

Provplatsen är belägen 5 km N om Kristianstad med lägeskoordinaterna 6217500/1397100 i rikets nät. På denna plats har endast laboratoriedelen av undersökningen utförts, d.v.s. mekanisk och kemisk analys, strukturtest, proktorbärighet och brotthållfasthet. Figur 12:2 är utbytt mot tabell 12:1. Figurerna 12:1, 12:7 och 12:8 utgår.

Markförhållanden

Matjorden utgöres av måttligt mullhaltig styv lera och alven av mycket styv lera (tabell 12:1). För matjorden gäller, att pH-värdet är 6.9, basutbyteskapaciteten 22 me/100 g och basmättnadsgraden 73 %. Analyserna är utförda i samband med uttagning av jordproverna (fig. 12:3).

Tabell 12:1 Råbelöv. Kornstorlekssammansättning och mullhalt uttryckta i viktsprocent.

| | Mull | Sand | Mo | Mjäla | Ler |
|---------|------|------|----|-------|-----|
| Matjord | 5 | 5 | 15 | 25 | 50 |
| Alv | 0 | 2 | 13 | 15 | 70 |

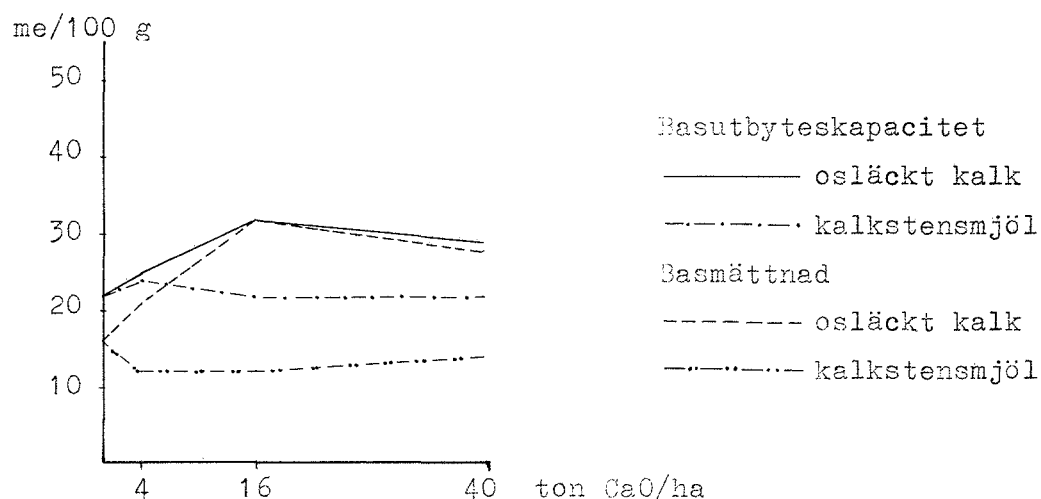


Fig. 12:3 Råbelöv. Basutbyteskapacitet och basmättnad som funktion av kalktillsatsen.

Strukturtest

Med ökande tillsats av osläckt kalk stiger medelkorndiametern kontinuerligt. Maximalt uppnås en ökning med ca 195 %.

Resultatet från tillsats av kalkstensmjöl visar en stor förbättring för 40-tonsgivan, men eftersom det är en isolerad företeelse, kan det vara en helt slumpmässig variation (fig. 12:4).

Även här är analysen utförd ett år efter inblandningen av kalk, varför resultatet bör jämföras med mätningarna efter ett år på de övriga platserna.

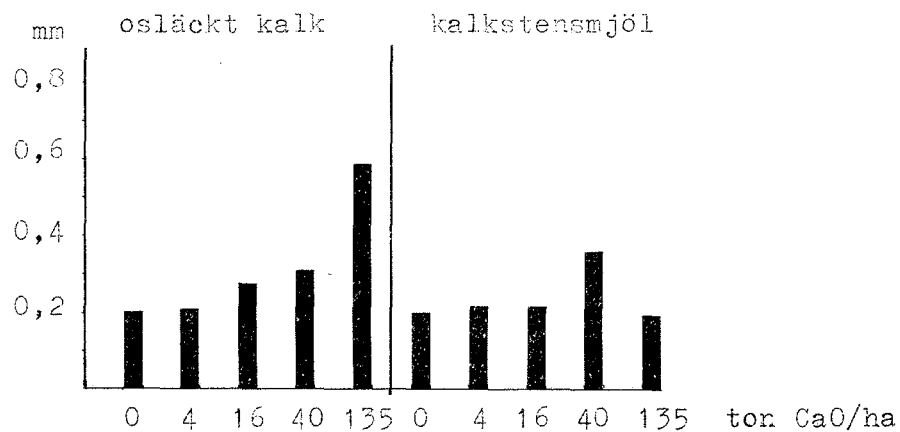


Fig. 12:4 Råbelöv. Mikroaggregatens medelkorndiameter som funktion av kalktillsatsen ett år efter inblandningen. Jord-kalkblandningen utförd på laboratoriet.

Kontroll av strukturtestets resultat

Strukturtestets resultat kontrolleras genom ytterligare undersökningar av den laboratorieblandade jorden från provplatsen.

Proktorbärigheten på laboratorieblandad jord i torrt tillstånd

Mätningarna visar mycket kraftiga minskningar av jordmotståndet efter tillsats av osläckt kalk. Redan vid fyratonsgivan är minskningen 65 % och vid ökad giva halveras jordmotståndet för varje steg. Överensstämmelsen med strukturtestet är bra. Även kalkstensmjölet har haft god effekt på proktorbärigheten. Däremot har medelkorndiametern enligt strukturtestet inte påverkats av detta kalkslag.

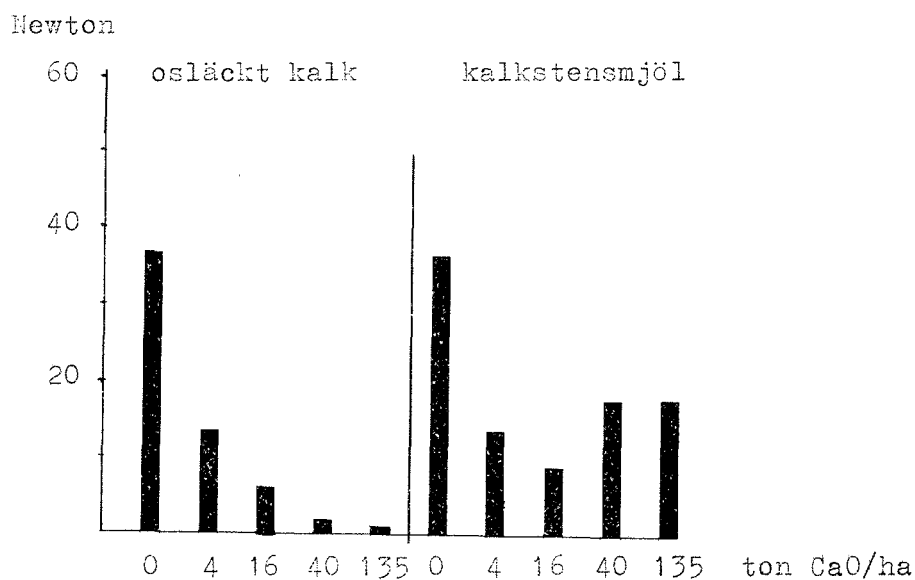


Fig. 12:5 Råbelöv. Proktorbärigheten som funktion av kalktillsatsen. Mätningarna är utförda på torr jord.

Brotthållfastheten på laboratorieblandad jord

Även brotthållfasthetsmätningarna har givit påtagliga positiva effekter för båda kalkslagen. Mätvärdena sjunker med 60 % för 16 ton CaO som osläckt kalk och med 54 % för 40-tonsgivan av kalkstensmjöl. Detta stämmer bra med strukturtestet för den osläckta kalkens del däremot inte för kalkstensmjölet (fig. 12:6).

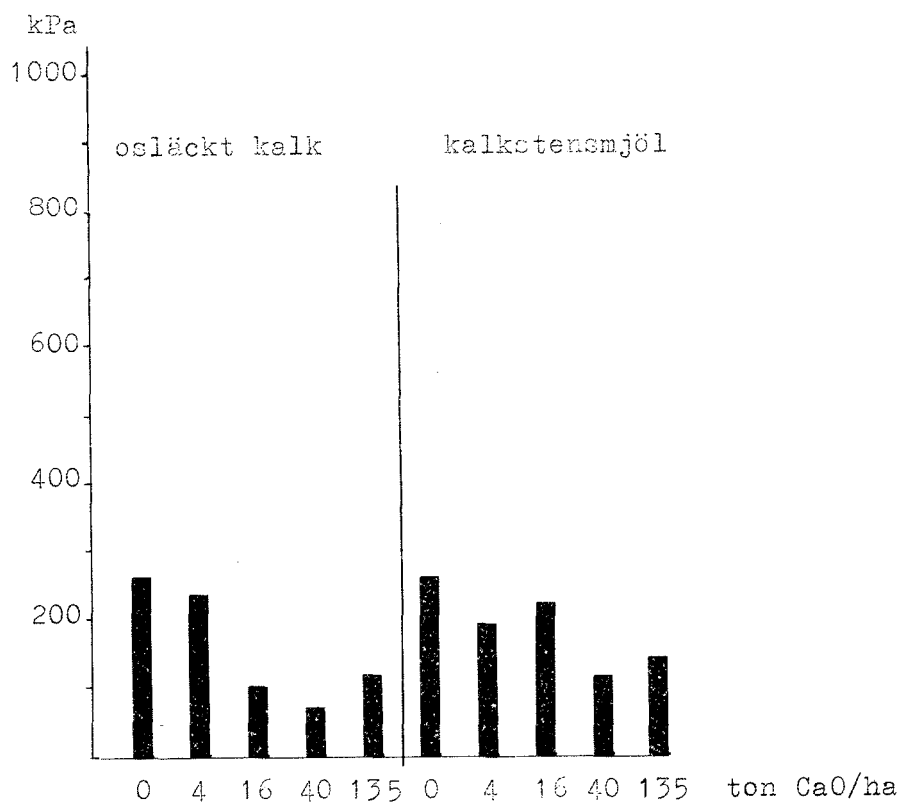


Fig. 12:6 Råbelöv. Brotthållfastheten som funktion av kalktillsatsen.

Sammanfattning

Matjorden utgöres av måttligt mullhaltig styv lera och alven av mycket styv lera. pH-värdet i matjorden var 6,9 när försöket anlades.

På denna plats har endast laboratoriedelen av undersökningen genomförts.

Strukturtestet visar kontinuerligt stigande medelkorndiameter för ökade tillsatser av osläckt kalk. Däremot visar bara ett mätvärde, 40 ton CaO/ha, positivt utslag för kalkstensmjöl. Av resultatet från kontrollundersökningarna framgår, att båda kalkslagen har givit förbättringar av strukturen.

VÄRDERING AV UNDERSÖKNINGSRESULTATET

I tabellerna II och III värderas samstämmigheten mellan strukturtestet och kontrollmätningarna i de enskilda försöken. Beteckningarna i kolumnen "Strukturtest" utgör en värdering av strukturtestets resultat. En 3:a betyder att effekterna är mycket stora och entydiga. Medelkorndiametern bör ha ökat cirka 200 % för den högsta kalkgivan i jämförelse med obehandlad jord. - En 2:a betyder att testets utslag är entydigt men betydligt mindre än i föregående. - En 1:a anger svaga effekter - mindre än 20 % ökning av medelkorndiametern - eller att effekt noterats endast för den högsta kalkgivan. - En 0:a visar att inga eller negativa effekter erhållits. - Frågetecken (?) används för mycket ojämna resultat. I detta fall föreligger troligen inte några effekter.

Kolumnbeteckningarna A, B, C och D står för respektive proktorbärighet, brotthållfasthet, mikroaggregatanalys på jordprov från fältförsökets olika kalkled och dragmotstånd. Tecknen i kolumnerna A, B, C och D visar om kontrollmätningarnas resultat överensstämmer med strukturtestets. Ett + anger att mätningen överensstämmer med strukturtestet, tecknet () att några slutsatser inte kan dras av mätningen i fråga och ett - att utslaget gått i motsatt riktning mot vad som framgår av strukturtestet. När något tecken inte finns i en position innebär det att respektive mätning inte blivit utförd.

Tabell II. Sammanfattning av undersökningens resultat.
Osläckt kalk.

| Provplats | Strukturtest | A | B | C | D |
|-----------------|--------------|---|-----|---|---|
| 1. Brunna | 3 | + | + | + | + |
| 2. Ultuna | 3 | + | + | | + |
| 3. Åbyhammar | 2 | + | - | + | - |
| 4. Stockåker | 2 | + | + | + | + |
| 5. Espesäter | 3 | + | + | | + |
| 6. Ingarud | 3 | + | () | | + |
| 7. Häradshammar | 3 | + | + | + | + |
| 8. Russelbacka | 3 | + | + | | + |
| 9. Lassagård | 3 | + | + | - | - |
| 10. Västraby | 1 | - | + | + | + |
| 11. Jordberga | 1 | - | + | + | + |
| 12. Råbelöv | 3 | + | + | | |

Tabell III. Sammanfattning av undersökningens resultat.
Kalkstensmjöl.

| Provplats | Strukturtest | A | B | C | D |
|-----------------|--------------|-----|-----|---|-----|
| 1. Brunna | 0 | () | - | + | - |
| 2. Ultuna | 0 | + | + | | + |
| 3. Åbyhammar | 0 | + | + | + | + |
| 4. Stockåker | ? | - | + | + | + |
| 5. Espesäter | 0 | + | - | | + |
| 6. Ingarud | 0 | + | + | | + |
| 7. Häradshammar | 1 | + | () | + | + |
| 8. Russelbacka | 0 | + | - | | () |
| 9. Lassagård | 0 | + | - | + | + |
| 10. Västraby | 0 | + | + | + | + |
| 11. Jordberga | 0 | () | + | + | + |
| 12. Råbelöv | ? | - | - | | |

Teckenförklaring till tabellerna II och III

Strukturtest. Effekter av kalkning: 3 = mycket goda, 2 = goda, 1 = svaga eller endast av den största kalkgivan, 0 = ingen effekt, ? = ojämna värden, troligen ingen reell effekt.

A = Proktorbärighet

B = Brotthållfasthet

C = Mikroaggregatanalys på jord från fältförsökets olika kalkled

D = Dragmotstånd

Tecknen i kolumnerna A, B, C och D:

+ = mätningen stöder strukturtestets resultat

() = mätningen varken stöder eller motsäger strukturtestets resultat.

- = mätningen motsäger strukturtestets resultat

Om tecken saknas i någon position innebär det att mätningen i fråga inte blivit utförd.

Tabellerna II och III ger en överblick över samstämmigheten mellan strukturtestet och kontrollmätningarna.

I tabell II visar strukturtestet att den osläckta kalken genomgående givit positiva effekter på jordstrukturen. Kontrollmätningarna, kolumnerna A, B, C och D, bekräftar i stort sett strukturtestets resultat. Beträffande Åbyhammar och Lassagård gäller att två kontrollmätningar pekat i samma riktning som strukturtestet medan två mätningar visar på annat resultat. Vid Åbyhammar har brotthållfastheten och dragmotståndsmätningen dålig samstämmighet med strukturtestet. Går man tillbaka till brotthållfasthetsdiagrammet på sidan 33 ser man att endast den högsta kalkgivan påverkat strukturen i positiv riktning. För den givan stämmer alltså brotthållfasthetsmätningen med strukturtestet. Något utslag i dragmotståndsmätningen har inte noterats trots att man okulärt har noterat en grynigare struktur på de med osläckt kalk behandlade rutorna.

Vid tidpunkten för dragmotståndsmätningar på Lassagård var markens vattenhalt mycket hög. I sådana fall är det omöjligt att mäta struktureffekter med de metoder som står till vårt förfogande. Detta kan vara förklaringen till de stora skillnaderna mellan resultaten från laboratorieundersökningarna och från fältförsöket.

Allmänt kan sägas att dragmotståndsmätningarna avslöjar strukturtillståndet bäst, när marken blivit packad under fuktiga förhållanden i samband med vårbruket och sedan varit starkt uttorkad på hösten när dragmotståndsmätningen genomfördes.

I tabell III ges en överblick över resultatet av undersökningen när kalkstensmjöl använts som kalkningsmedel. Enligt strukturtestet har jordstrukturen varit praktiskt taget helt opåverkad av kalkstensmjölet. De flesta kontrollmätningarna bekräftar strukturtestets resultat, men ett par markanta undantag finns. För Brunna pekar speciellt dragmotståndsmätningarna mot att kalkstensmjölet minskat jordmotståndet i inte ringa grad. För Råbelöv gäller att de två kontrollmätningarnas resultat går stick i stäv mot strukturtestets. Både proktorbärigheten och brotthållfastheten visar positiva effekter av kalkstensmjölet medan strukturtestet visar svag eller ingen effekt.

Helt allmänt kan sägas om strukturtestet att överensstämmelse med kontrollmätningen är god i den mån stor positiv påverkan erhållits på medelkorndiametern. Något sämre överensstämmelse har erhållits när strukturtestet visat att ingen påverkan finns.

I stort sett är dock överensstämmelsen god mellan strukturtestet och kontrollmätningarna. Strukturtestet bör därför kunna vara ett värdefullt hjälpmedel när det gäller att avgöra dels om en jord reagerar för kalk och dels vilka kalkningsmedel - eller andra strukturmedel - som effektivt påverkar strukturen i en viss jord.

DISKUSSION

Behovet av mätmetoder. Vi kalkar en jord för att förbättra den:

1. kemiskt d.v.s. höja pH-värdet och öka basmättnaden och
2. fysikaliskt, för att ge den en bättre struktur.

För att mäta effekten på den kemiska sidan finns tillförlitliga metoder. Med hjälp av dessa kan man bestämma både det aktuella tillståndet och effekten av kalktillförseln. På den fysikaliska sidan är det sämre ställt. Vi saknar enkla praktiska metoder för att bestämma det aktuella strukturtillståndet och för att mäta förändringar i detta.

Denna brist är påtaglig och besvärande, när man arbetar med strukturförbättringsmedel. Man behöver en mätmetod, med vilken man kan registrera:

1. om en jord reagerar för tillsats av kalk,
2. skillnader mellan olika kalksorters effekt,
3. inverkan av andra tillsatsmedel.

Mikroaggregatanalysen som strukturtest. Jordens aggregering har visat sig vara av fundamental betydelse för övriga egenskaper såsom smetighet, brukbarhet, benägenhet att hårdna vid uttorkning o.s.v. En analys av aggregatens stabilitet och storleksfördelning kan ge viktiga upplysningar om strukturtillståndet i stort. Mikroaggregatanalysen, som den här tillämpas, innebär att jordprovet (aggregaten) utsättes för ganska hårdhänt standardiserad behandling varvid alla svagare bindningar bryts sönder. Se inledningskapitlet! Sedan aggregaten delats upp i storleksklasser kan en vägd medelkorndiameter beräknas. Av erfarenhet från tidigare undersökningar vet vi att ju större och stabilare aggregaten är desto bättre är jordens strukturella egenskaper (Berglund 1971).

Nu är det inte troligt att en liten ändring i aggregatstorlekarna vid kalktillsats i sig själv skall ge de stora förändringar av strukturegenskaperna, som vi ofta iakttar. Mycket tyder på, att ökningen av medelkorndiametern, som vi kan konstatera vid tillsats av kalk, sker parallellt med att smetigheten i jorden minskar och att denna minskning av vidhäftningsförmågan är lika viktig, kanske viktigare för ett gott strukturtillstånd än själva aggregatstorleken. Om minskad smetighet och ökade aggregatstorlekar följs åt, bör det dock räcka med att mäta förändringarna i medelkorndiametern.

Vid arbetet på laboratoriet med jordprover från försöken, har vi gjort erfarenheten, att lerans smetighet minskar även vid tillsats av små mängder osläckt kalk. Man känner det med fingrarna redan vid så små mängder kalk, att några utslag i våra vanliga tester inte kan noteras. Någon känslig metod att bestämma lermaterialets smetighet förfogar vi dock inte över.

Vad vi i denna undersökning kallar strukturtest innebär, att man blandar ett jordprov med osläckt kalk eller med något annat kalkningsmedel, låter proven stå en tid, utför en mikroaggregatanalys och beräknar medelkorndiametern. Man jämför aggregatens medelkorndiameter i de med kalk behandlade leden med motsvarande värde för det obehandlade provet och kan på så sätt konstatera, om jorden i fråga har reagerat fysikaliskt för kalken.

I regel har mikroaggregatanalys utförts vid två tillfällen, en vecka efter inblandningen och ett år senare. En viss skillnad mellan resultaten från dessa två tillfällen föreligger. Medelkorndiametern är i regel något större vid det första tillfället. Detta hänger samman med, att vissa bindningar mellan aggregat utbildas ganska snart efter kalkinblandningen. De är emellertid tämligen sköra och faller sönder med tiden. Dessa sköra bindningar utgöres i huvudsak av karbonatbryggor (Brand, 1966).

Av dessa och tidigare undersökningar framgår, att man har ganska stor frihet att välja hur lång tid man vill låta förflyta mellan inblandning av kalk i provet och analystillfället. När metoden skall användas för att testa, om strukturkalkning skall utföras eller inte, är det värdefullt, att den kan genomföras snabbt. Det tycks vara fullt möjligt att göra analysen redan en vecka efter inblandningen och få tillförlitligt svar på hur jorden reagerar strukturmässigt för kalken. Att med ledning av analysen ange hur stora mängder kalk, som skall tillföras för att få ett visst struktureresultat, är däremot inte möjligt. Den bedömningen får ske utifrån andra utgångspunkter, t.ex. med hjälp av fältförsök.

Jordarten på de tolv försöksfälten utgöres av leror av olika styvlek. Positiva reaktioner för den osläckta kalken har erhållits i strukturtestet för samtliga dessa tolv försöksjordar. Resultatet är inte helt överraskande, eftersom det i samtliga fall rör sig om lerjordar med tämligen svag struktur.

I strukturtestet har den högsta givan av osläckt kalk - motsvarande 5 % av invägt prov - i samtliga fall givit mycket klara utslag. Ökningen av medelkorndiametern ligger mellan 55 och 800 % efter en vecka.

För den tillsats av osläckt kalk som motsvarar fältgivan 40 ton CaO/ha är ökningen mellan 16 och 150 % efter samma tid.

Som tidigare nämnts märker man redan vid mycket små tillsatser av osläckt kalk att smetigheten hos leran minskar. Denna förändring av lerans egenskaper är viktig. En slutsats som man bör kunna dra ur denna iakttagelse är att om struktureffekten med säkerhet kan mätas upp vid tillsats av stora mängder kalk, exempelvis 40 ton CaO/ha, så finns struktureffekten även av små givor.

Huruvida en förbättrad struktur även ger en högre avkastning, är en annan sak. Detta beror helt på, om jordstrukturen före kalkningen är sådan, att den är den begränsande faktorn. Fältförsöken bör ge ett värdefullt erfarenhetsmaterial beträffande strukturkalkningens effekt på avkastningen.

Helt allmänt kan sägas, att lerjordar, som blir smetiga i uppblött tillstånd och hårda när de torkas ut, förbättras i strukturellt hänseende genom behandling med osläckt kalk. Det vill säga att kalkningen gör dem mindre smetiga och inte så hårda och kompakta. Vid tillförsel av stora mängder osläckt kalk blir de utpräglat gryniga.

I fältförsöken ingår prövning av struktureffekterna av såväl osläckt kalk som kalkstensmjöl. Resultatet har i stort sett verifierat, vad som framkommit i tidigare undersökningar, nämligen att kalkstensmjölets inverkan på lerjordarnas struktur är ytterst begränsad.

SAMMANFATTNING

Försöken, som ligger till grund för denna undersökning, har utförts på tolv olika platser i Syd- och Mellansverige. Lerhalten på respektive försöksplats har varierat mellan 20 och 64 % i matjorden. I fältförsöken prövas osläckt kalk och kalkstensmjöl i givor på 0, 4, 16 och 40 ton CaO/ha. I laboratoriearbetena ingår ovan nämnda mängder omräknade för att svara mot provens storlek, men där prövas dessutom tillstaser på 5 % CaO av jordvikten, vilket skulle motsvara en fältgiva av ca 135 ton CaO/ha. En inblandning av 5 % CaO är vanlig vid stabilisering för vägbyggnadsändamål.

Resultat från fältförsöken kompletterade med speciella laboratorieundersökningar har använts, för att verifiera en metod för bedömning av behovet av strukturkalkning. Så som provberedning och mikroaggregatanalys utföres i detta sammanhang, kallar vi det strukturtest.

Resultaten från strukturtestet har jämförts med andra mått på strukturtillståndet i motsvarande kalk-jordblandningar. Dessa har varit bedömningar av proktorbärighet, brotthållfasthet, dragmotstånd direkt i fältförsöken och mikroaggregatanalys av jord uttagen i fältförsökens olika kalkled. Här skall anmärkas, att kontrollbestämningarna, som är underlägsna mikroaggregatanalysen i precision ofta ger mätvärden med stor spridning. Den jord, som användes i strukturtestet, blandas med kalk på laboratoriet, varvid man får en mycket homogen blandning, som sen förvaras under kontrollerade betingelser.

I strukturtestet förflyter endast en vecka mellan inblandningen av kalken och utförandet av mikroaggregatanalysen. I den mån man prövar strukturmedel, som har långsam verkan, bör man utsträcka tiden mellan inblandningen och analysen till vad man finner rimligt. För material, som man har begränsad erfarenhet av, göres flera analyser med lämpliga tidsintervall.

Omdömet om strukturtestet är, att det är väl användbart som metod, för att bedöma om tillförsel av kalk kommer att påverka jordstrukturen. Med hjälp av strukturtestet kan man också bestämma, hur verksamt ett kalkningsmedel är jämfört med den osläckta kalken.

LITTERATUR

Andersson, S. 1954. Markfysikaliska undersökningar i odlad jord VII. Grundförbättring årg. 7 nr 2.

Andersson, S. 1955. Markfysikaliska undersökningar i odlad jord VIII. Grundförbättring årg. 8 specialnr 2.

Berglund, G. 1971. Kalkens inverkan på jordens struktur. Grundförbättring årg. 24 nr 2.

Brand, W. 1966. Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung von Kalk zur Stabilisierung bindiger Erdstoffe. Der Bauingenieur, 40 (3).

Ekström, G. 1927. Klassifikation av svenska åkerjordar. S.G.U. Ser. C nr 345.

Johansson, A. 1961. Cobalt - an expedient agent in soil testing for T, S and exchangeable Ca, Mg and Mn. Soil Science vol. 71, no. 6, June 1961.

Förteckning över utkomna häften i serien:

Lantbrukshögskolan, Uppsala. Inst. för markvetenskap. Avd. för lantbrukets
hydroteknik. STENCILTRYCK

Förteckning över häftena 1-100 i serien finns separat vid Avdelningen för
lantbrukets hydroteknik, 750 07 Uppsala 7.

- Nr 90 Berglund, G., Håkansson, A., Eriksson, J. & Linnér, H. 1976. Resultat av 1975 års täckdiknings-, bevattnings- och kalkningsförsök. 82 sid.
- Nr 91 Berglund, G., Håkansson, A. & Eriksson, J. 1976. Om dikningsintensiteten vid dränering av åkerjord. Resultat av fältförsök med olika dikesavstånd. IX: Värmlands och Örebro län. 81 sid.
- Nr 92 Sandsborg, J. 1976. Byggnadsgrunder. Dränering av byggnadsgrunder. 26 sid.
- Nr 93 Berglund, G., Håkansson, A. & Eriksson, J. 1976. Om dikningsintensiteten vid dränering av åkerjord. Resultat av fältförsök med olika dikesavstånd. V: Göteborgs- och Bohus län samt Älvsborgs län. 67 sid.
- Nr 94 Wikner, Å. 1976. Bevattningsföretagen och vattenlagen. 13 sid.
- Nr 95 Svenmar, S. 1976. Vattendomar med anknytning till bevattning. I. En sammanfattning av avkunnade ytvattendomar. 25 sid.
- Nr 96 Svenmar, S. 1976. Vattendomar med anknytning till bevattning. II. En sammanfattning av avkunnade grundvattendomar. 15 sid.
- Nr 97 Wiklert, P. 1977. Studier av de odlade jordarnas vattenhushållning. Del I. Exemplifierande, analyserande och sammanfattande text, tabeller och diagram.
- Nr 98 Wiklert, P. 1977. Studier av de odlade jordarnas vattenhushållning. Del II. Grundmaterial: Tabeller och diagram. Jordar med enkelkornstruktur; rotspärr. Jordar med aggregatstruktur; ingen rotspärr.
- Nr 99 Wiklert, P. 1977. Studier av de odlade jordarnas vattenhushållning. Del III. Grundmaterial: Tabeller och diagram. Jordar med aggregatstruktur; rotspärr. Jordar med enkelkorn- eller aggregatstruktur.
- Nr 100 Johansson, W. och Klingspor, P. 1977. Bevattning inom lantbruket 1976. 76 sid.
- Nr 101 Berglund, G., Eriksson, J., Johansson, W., Linnér, H., 1977. Resultat av 1976 års täckdiknings-, bevattnings- och kalkningsförsök.
- Nr 102 Berglund, G. 1977. Mikroaggregatanalysen som testmetod vid strukturkalkning.

Denna skriftserie, benämnd Stenciltryck, utges av Avdelningen för lantbrukets hydroteknik vid Institutionen för markvetenskap, Lantbrukshögskolan. Serien utkommer i fri följd och innehåller undersökningsresultat och annat material, som avdelningen funnit angeläget att redovisa, men som av olika anledningar ej befunnits möjligt att framlägga i tryck, exempelvis i den från institutionen utgivna tidskriften Grundförbättring. Sådana anledningar kan vara att ett arbete är för omfångsrikt att trycka, är av mera preliminär natur eller vänder sig till en för liten grupp av läsare.

Serien finns tillgänglig vid avdelningen, och enskilda nummer kan i mån av tillgång erhållas därifrån.

Adress: Lantbrukshögskolan, Inst. för markvetenskap, Avd. för lantbrukets hydroteknik, 750 07 Uppsala 7.

Address: Agricultural College of Sweden, Dept. of Soil Science, Div. of Agr. Hydrotechnics, S-750 07 Uppsala 7, Sweden.